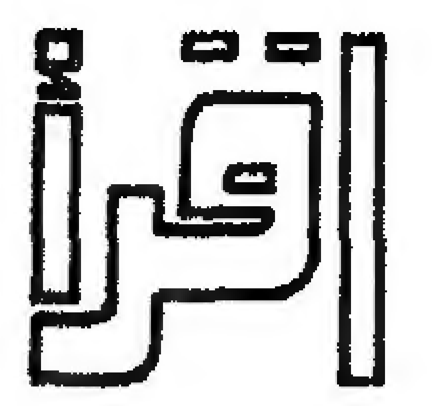
اقرأ

محمد على المغربى

الهزات الزلزالية





الهزّات الزّلزاليّة

تصميم الغلاف : **شريفة أبو سيف**

محمد علي المغربي

الهزات الزلزالية

الطبعة الثانية



إن الذين عنوا بإنشاء هـذه السلسلة ونشرهـا ، لم يفكـروا إلا فى شىء واحد ، هـو نشر الثقافـة من حيث هى ثقافة ، لا يـريـدون إلا أن يقـرأ أبنـاء الشعـوب العـربيـة . وأن ينتفعـوا ، وأن تـدعـوهم هـذه القـراءة إلى الاسـتـزادة من الثقـافـة ، والـطمـوح إلى حيـاة عقليـة أرقى وأخصب من الحياة العقلية التى نحياها .

طه حسين

الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة ج.م.ع.

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

« وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا »

(قرآن كريم)

هذا الكتاب يبحث فى الظواهر والهزات الزلزالية أو « علم الزلازل » (Scismography) والعوامل المؤثرة فيها وأسبابها وأثرها فى قشرة الأرض ، ثم يستعرض بعض الحوادث التاريخية الهامة التى ترجع إلى القرن الثامن عشر حتى القرن الحالى موضحاً ذلك برسوم وخرائط تناسب المقام .

المؤلف

فهرست

الباب الأول

الزلازل وأسباب حدوثها

تعريفها :

الزلازل هزات أرضية تحدث من وقت إلى آخر نتيجة تقلصات فى قشرة الأرض وعدم استقرار فى باطنها وهى مسببة عن عوامل تكتونية باطنية ، وتحدث فى اليابس والماء على السواء ، وقد تكون أفقية أو رأسية .

علاقة الظواهر الزلزالية بالبركانية :

تتفق إلى حد كبير أسباب حدوث الزلازل العنيفة مع انفجار البراكين ، وذلك لأن مصدر تلك الظاهرات الطبيعية واحد هو باطن الأرض وما يعرفه العلماء بال (Baryspher) أو الماجما (Magma) ، كما أن أماكن حدوث الزلازل هى نفس الأماكن التى تكثر بها البراكين المشهورة فى العالم .

وفى بعض الأحيان تحدث هزات زلزالية قبيل حدوث الانفجار البركانى بمدة وجيزة ، وذلك لعدم استقرار قشرة الأرض فى

تلك المناطق ، كما لوحظ أن درجة حرارة النافورات الحارة أو الجزر (Geyser) تزداد قبيل حدوث الثورات البركانية أو الهزات الزلزالية .

كل هذا تختص عوامل باطنية بإحداثه ، لا سيما من ناحية حرارة باطن الكرة الأرضية الذى يعتقد كثير من العلماء أن حرارته شديدة للغاية ، وعلى ذلك كان لعظم هذه الحرارة الداخلية أثر فى حدوث تلك الظاهرات الزلزالية والبركانية .

ولكن لا بد لنا أن نتساءل : من أين تأتى هذه الحرارة العظيمة فى باطن الأرض ؟ وما مصدرها الأساسى ؟ والرد على ذلك — كما يقول الأستاذ هرشل (Herschel) الفلكى هو أن كوكبنا الأرضى عند ما بدأ يتكون فى حالته الأولى كان فى حالة شبه غازية تشبه السُّدم العظمى (Nebulae) ، وفى تلك الحالة كانت درجة الحرارة ملايين السنتيجراد ، ويسميها (Aeriform matter) ، ثم بتأثير الدوران الشديد ، واجتماع الذرات تكوّن الكوكب الذى نعيش عليه بعد تصلب القشرة . وعلى ذلك كانت النواة شديدة الحرارة بالطبع ، وذلك بعد حفظ التوازن . ويوافق على هذا الرأى الأستاذ (Playfair) والدكتور (Hutton) ؛ ويقول هرشل : إن القوة الطاردة المركزية وسرعة

الدوران هما اللتان حافظتا على هذا الشكل الكروى للأرض .

ومن التجارب التى عملت لقياس الجيوفيزيكا الأرضية وجد أن كثافة المواد تزداد كلما تعمقنا فى باطن الأرض ، كما أن الجاذبية الأرضية تزداد أيضاً، ويقول بذلك الأستاذ الجغرافى الكبير لابلاس (Laplace) ، وقد قدر كثافة الأرض بـ $\frac{1}{2}$٥ ، أى مثل كثافة الماء خمس مرات ونصف ، وقدر كثافة الصخور بـ ٣ ، والمعادن بـ ٢١ ، وعلى ذلك يعتقد بعض العلماء أن النواة الأرضية (Terrestrial Nucleus) تقرب من كثافة الحديد وهى ٧ . ويقول علماء الطبيعيات إن الماء تزداد كثافته إلى الضعف عند عمق ٩٣ ميلاً ، وتصبح كثافته ككثافة الزئبق على عمق ٣٦٢ ميلا ؛ ويعتقد الدكتور يونج (Dr. Young) أن الصلب فى باطن الأرض ينضغط منه $\frac{1}{4}$ حجمه والصخور $\frac{1}{8}$ حجمها .

وعلى أية حال فمسألة النواة الأرضية من المسائل التى لا تزال غامضة عند كثير من العلماء ، وإن كان بعضهم أمثال (Jefferey's) ، (Joly) وغيرهما يقول إنها ربما تكون صلبة .

نظرية الحرارة الباطنية :

وهذه النظرية لصاحبها الأستاذ هوبكنز (Hopkins) الذى يفترض فيها أن الحرارة شديدة جداً فى باطن الأرض ، ولكن بالنسبة للضغط الواقع عليها فإنها تحافظ على تماسكها ؛ ويقول إن سمك القشرة الأرضية بالنسبة لقطر الأرض يبلغ الخمس حسب أبحاثه الخاصة ، على أنه لا يمانع فى إمكان وجود نواة من مواد شبه سائلة عظيمة الحرارة للغاية ، ويقول إن الأدلة كثيرة على حرارة باطن الأرض ، فإننا كلما تعمقنا فى المناجم رأينا درجة حرارة الصخور والماء والهواء تزداد ١° ف كل ٤٤ قدماً ، على أننا فى بعض الأحيان نجد أن الترمومتر يسجل ١° ف لكل ٧٥ قدماً كما لاحظ ذلك الأستاذ (Fox) الجيولوجى فى بعض مناجم كورنوال (Cornwall) .

أما الأستاذ كورديبه (Cordier) الفرنسى فقد سجل حسب أبحاثه زيادة درجة الحرارة ١ سنتيجراد كل ٢٥ متراً ، وعلى هذا الأساس نجد أننا إذا سلمنا برأيه فسنصل إلى نتيجة غريبة ، وهى أن درجة الغليان للماء ستكون على عمق ميلين ، ومعظم المعادن والمواد سائلة ومنصهرة على عمق ٢٤ ميلاً ، حتى

الحديد ، إذ من المعروف أن درجة انصهار الحديد ٢١,٠٠ ° ف
وعلى ذلك تكون درجة حرارة النواة (Earth's nucleus)
٤٥٠,٠٠٠ ° ف .

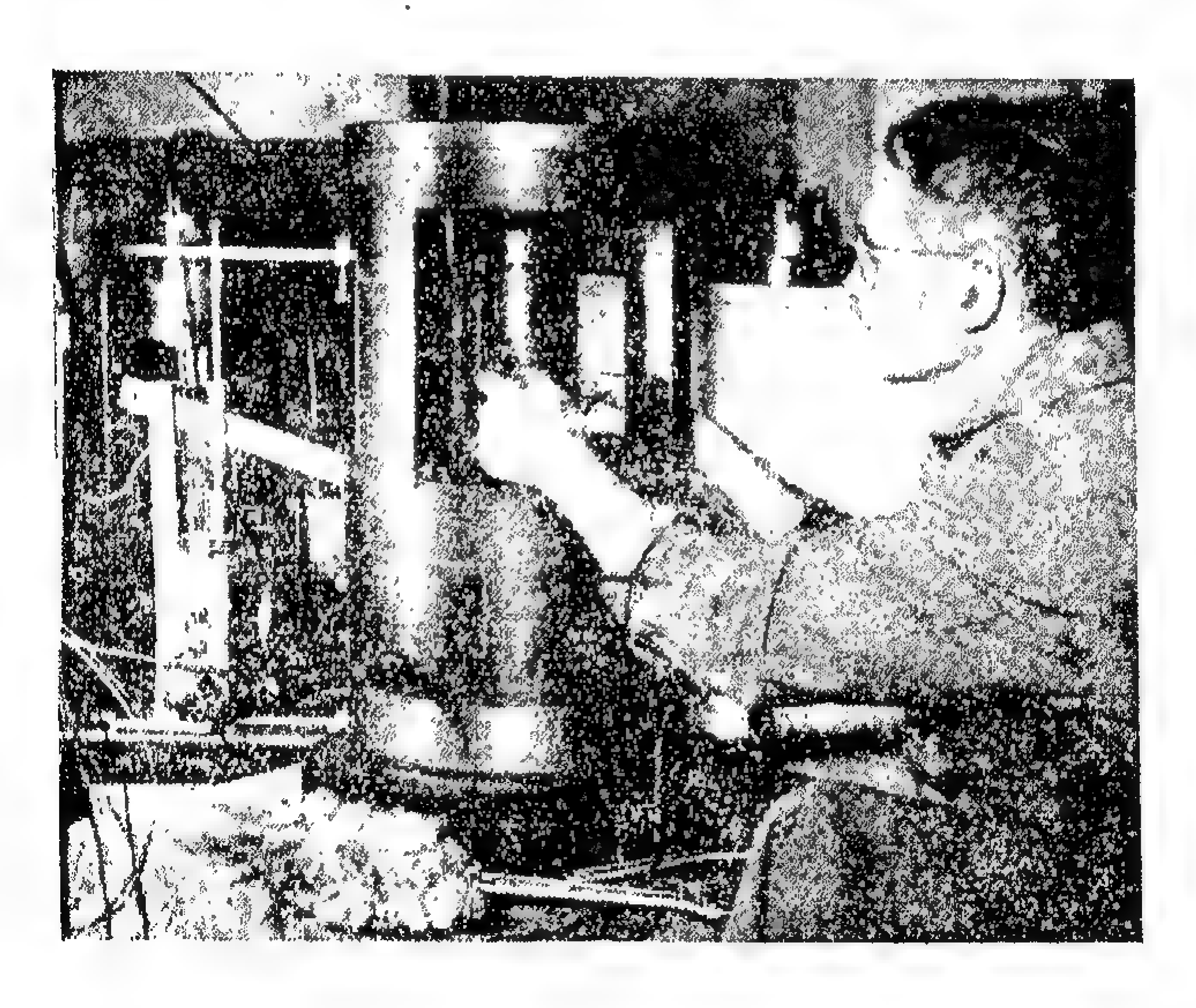
ولكن هناك اعتراضاً وجيهاً على نظرية الحرارة الباطنية، وهو أنه إذا كان الأمر كذلك ، حسب رأى الأستاذ كوردييه ، فإن قشرة الأرض تنصهر وتتبخر وتأتى غيرها ، وهكذا . . . وإن كان هذا الاعتراض يضعف كثيراً من قيمة النظرية ، ولكن الأستاذ كوردييه يتمسك بوجود أبخرة ساخنة فى نواة الكرة الأرضية ؛ ويقول إن هناك موجات قد تحدث فى نواة الأرض ، وموجات جزر كالتى تحدث فى البحار ، وهى تشمل ما يسمى السيما (Sima) ، وقد أطلق عليها هذا الاسم الأستاذ النمساوى الكبير (Suess) ، وإن قشرة الأرض ترتكز عليها ، وإن تمدد السيما وانكماشها لا يتعدى الانفجارات البركانية والزلازل ، وليس خطراً على قشرة الأرض .

التغييرات الكيماوية فى باطن الأرض وهل هى مصدر الحرارة ؟

كلنا نعرف بالطبع أن قشرة الأرض مكونة من مركبات من الصخور والمعادن ، وهذه تدخل فيها مركبات عضوية وغير

عضوية . ومن المسلم به أن أى تغيير يحدث فى تلك المواد فى باطن الأرض يعمل على زيادة الحرارة زيادة شديدة ؛ ويرى الأستاذ ليمرى (Lemery) أن عنصر الحديد والكبريت إذا اتحدا وتعرضا لبخار الماء يعملان على زيادة الحرارة والالتهاب ، لا سيما فى باطن الأرض ، حيث الحرارة والضغط الشديد .

كما أن عنصر إيوديد النتيروجين أيضاً له تأثير فى التهاب

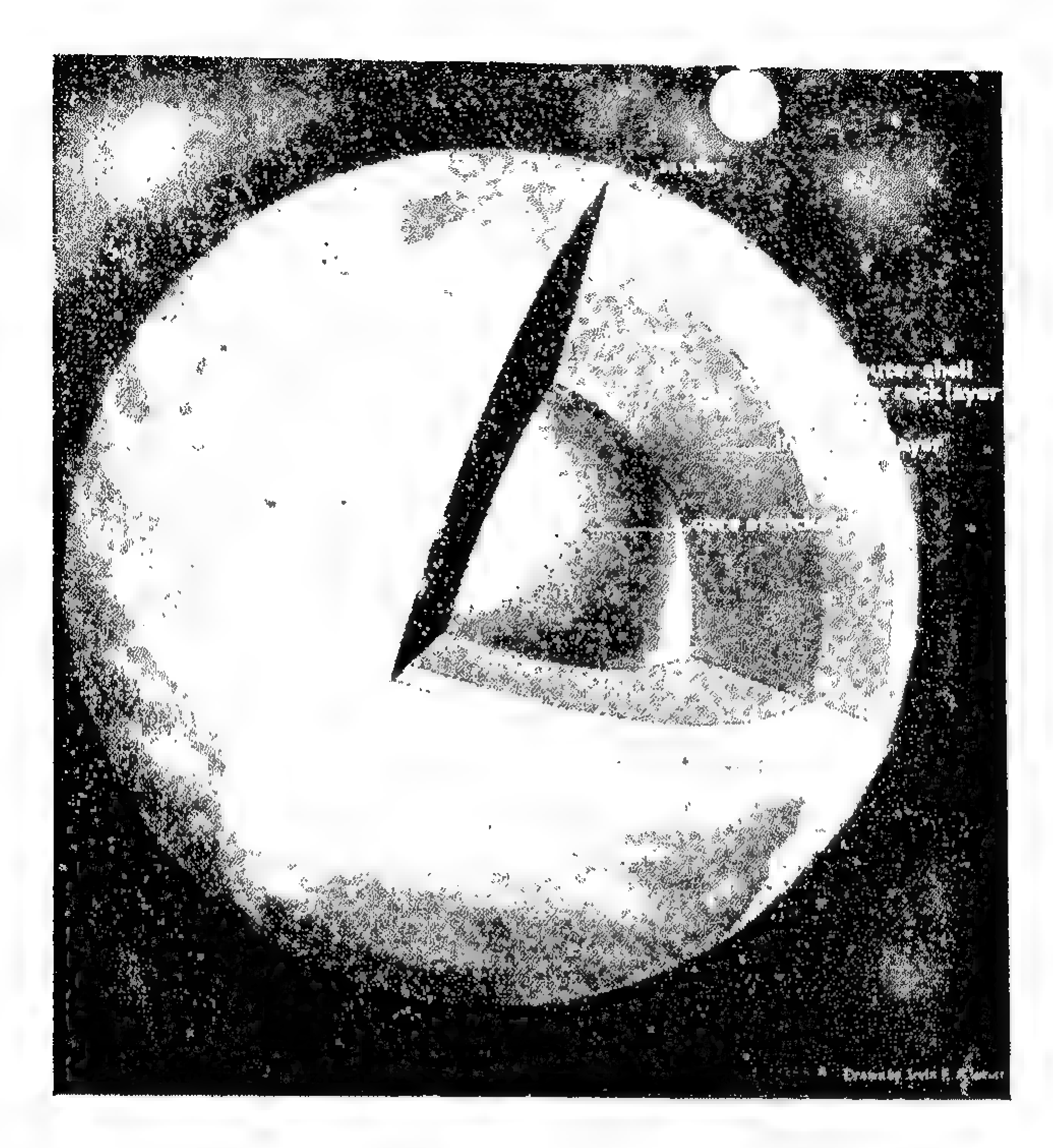


الأستاذ بريدجما Prof. Bridgman يفحص جهاز قياس الضغط فى باطن الكرة الأرضية بأحد المعامل

النواة وزيادة حرارتها . وكثير من العلماء يميلون إلى هذه النظرية الكيماوية ، ولكنهم يقولون إنها ليست السبب الوحيد لمثل تلك الحرارة الشديدة .

الكهربية فى باطن الأرض وهل هى مصدر الحرارة ؟

فهناك أيضاً الكهربية الأرضية التى يقول دافى (Davy) إنها تحدث من التغييرات الكيماوية فى باطن الأرض ، كما أن لها علاقة وثيقة بالمغناطيسية الأرضية ؛ والأدلة على أن الأرض مشحونة بالمغناطيسية والكهربية تلك الآلات الحديثة الكهربية والمغناطيسية الدقيقة التى تبحث عن المعادن والعروق المعدنية فى قشرة الأرض فى الجبال فهى — كما يقول الأستاذ (Fox) — قد أثبتت وجود موجات من الكهارب داخل الكرة الأرضية ، وأن الأرض مغناطيس هائل ، كما بيّن ذلك من قبل العلامة الفرنسى آمبير (Ampère) . وينقسم العلماء قسمين من ناحية مصدر الكهربية الأرضية ، فبعضهم يقول إنها من تأثيرات التفاعل الكيماوى ، وهم من أتباع النظرية الكيماوية ، والبعض الآخر يعتقد أن الكهربية الأرضية من تأثيرات خارجية كالأشعة الشمسية ، وعلاقتها بالكوكب الأرضى ، وهذا هو الرأى الراجح .



صورة تخيلية للكرة الأرضية ونواتها التى تتكون من حديد ونيكل

والدليل على ذلك تأثير الشمس فى دورانها على الإبرة المغناطيسية صيفاً وشتاء وليلا ونهاراً ، والموجات الكهربية التى تأتى من الشمس ، سواء أكانت طويلة أم قصيرة ، سريعة أم

بطيئة ؛ وصاحبا هذا الرأى هما الأستاذان الفرنسيان الفلكيان (De la Rue) ، (Albert Nodon) .

ويقول فراداى (Faraday) إنه ما دامت الأرض مغناطيساً هائلاً يدور حول نفسه فإنه من الطبيعى جداً أن تكون هناك كهارب فى داخله وخارجه ، فالكهارب موجودة فى باطن الكرة الأرضية ، كما هى موجودة فى الغلاف الغازى .

أما الأستاذ نكور (Neckar) فيعتقد أن هناك علاقة بين الكهربية الجوية والكهربية الأرضية ، وأنهما مؤثران ومتأثران بعضهما ببعض . وقد وجد أن هناك علاقة بين خطوط التساوى المغناطيسى ، وخطوط (Strike) فى السلاسل الجبلية الرئيسية ؛ كما أنه وجد أن كثيراً من الكهربية الجوية مصدره البخر المستمد من المحيطات العظيمة بتأثير الشمس ؛ وقد لوحظ أنه تنبعث طاقة كهربية ، عند ما يحول الإنسان الماء الملح إلى ماء عذب أو بخار ماء ، كما يلاحظ فى بعض الثورات البركانية حدوث برق مع سحب الدخان المنبعثة من باطن الأرض .

وعلى أية حال فإن التفاعل الكيماوى من جهة ، والكهربية من جهة أخرى ، تحافظان على توليد الحرارة المستمرة فى باطن الأرض ، وبالتالى تبدو كأنها مصدر أساسى للحرارة الكامنة فيها .

نظرية الطاقة الذرية والمواد الإشعاعية :

هناك نظرية حديثة ترجع أساس الحرارة الباطنية إلى المواد الإشعاعية الموجودة في باطن الأرض (Radioactive matter) والطاقة الذرية (Atomic Energy) المتولدة من تلك المواد . وأصحاب هذا الرأى من أمثال جيجر ، ودثرفورد ، وهولمز (Geiger-Rutherford-Holmes) يعتقدون أن باطن الأرض أو النواة الأرضية تحوى مواد إشعاعية قوية مثل اليورانيوم والبلوتونيوم والراديوم والثوريوم وغيرها ، وهذه تولد إشعاعات تستمر ملايين السنين . وقد وجد داخل صخور الجرانيت والبوينيت ومعدن الترمالين (Tourmalin) دوائر مضيئة أطلقوا عليها (Pleochroic Haloes) .

وقد لاحظ الأستاذ (Joly) أن بعض هذه الدوائر المضيئة موجودة فى الذرات الدقيقة لصخور ومعادن منها (Zircon) ويفسر جولى ظاهرة الدوائر المضيئة فى هذه المعادن بأنها من تأثير أشعة الفا (Alpha) التى تنبعث من تلقاء نفسها من المواد الإشعاعية ومن ذرات الهليوم بسرعات متفاوتة ؛ ويلاحظ أن الدوائر المضيئة للثوريوم أوسع من دوائر اليورنيوم ، وهذه الدوائر

فى صخور ما قبل الكبرى (Pre-Camb) وهى ترجع إلى ١٠٠٠ مليون سنة حسب رأى الأستاذ (Holmes) .

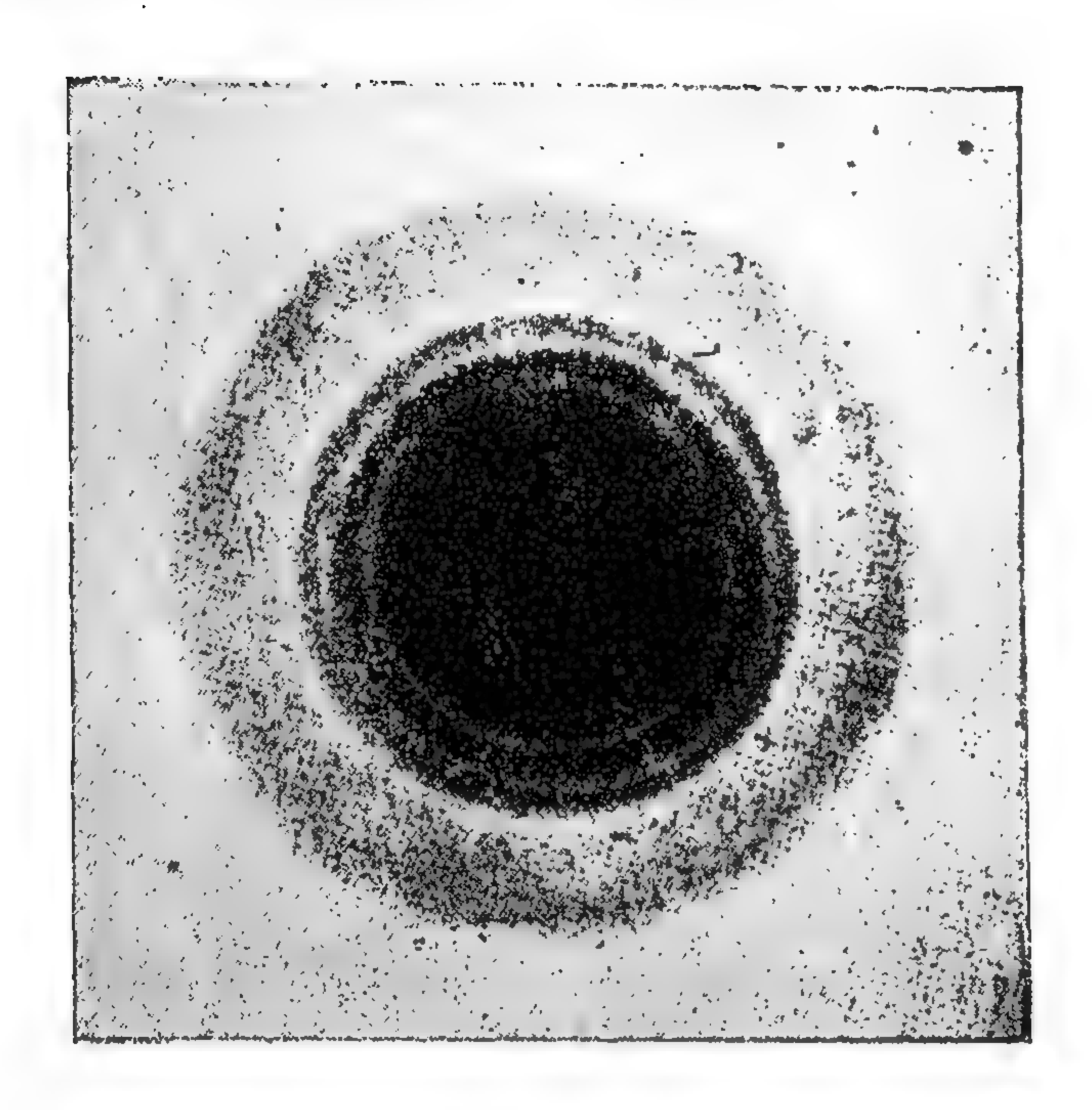
ويوافق على هذه الآراء الأستاذ جريجورى (Gregory) ولودج (Lodge) فهما يعتقدان أن هذه المواد الذرية هى التى تغذى باطن الأرض بالحرارة اللازمة المستمرة ملايين السنين ، ويستدلون على صحة ذلك بما يأتى :

اليورانيوم يفقد إشعاعه بعد ٥ مليارات من السنين .
الراديوم يفقد إشعاعه بعد ١٧٦٠ سنة.
البلوتونيوم يفقد إشعاعه بعد ١٤٠ يوماً .
الثوريوم يفقد إشعاعه بعد ١٠ مليارات من السنين.

هل الغازات المحبوسة داخل الأرض هى السبب فى حدوث الزلزال ؟

يعتقد كثير من العلماء أن الغازات المحبوسة داخل الأرض سواء أكانت سائلة أم غازية لها تأثير كبير فى إحداث اهتزازات عنيفة فى قشرة الأرض أو انفجارات بركانية .

وهذه الغازات المحبوسة تنكمش أحياناً وتتمدد أحياناً أخرى بتأثير الحرارة الباطنية التى سبق الكلام عنها ، وفى هذه الحالة



(دوائر مضيئة (Pleochroic Haloes)

تحدث موجة من المدّ فى اتجاه أفقى أو رأسى ، فينتج عنها الزلزال أو الهزات الأرضية التى تمرّ داخل طبقات الصخور فى قشرة الأرض ، أو تنبعث بقوة على هيئة انفجار بركانى شديد ، ولكن يعتقد الأستاذ (Mallet) الجيولوجى أن قشرة الأرض

ليست مرنة لهذه الدرجة ؛ والرد على ذلك واضح ، فهناك أدلة كثيرة على أن انطلاق الغازات المحبوسة بقوة يؤثر فى قشرة الأرض ، فعند انفجار بركان كوتوباكس (Kotopaxi) فى أمريكا الجنوبية قذفت الغازات المحبوسة قطعة صخرية حجمها ١٠٠ ياردة مكعبة إلى مسافة تبلغ أكثر من ٩ أميال ؛ وبركان (Hecla) فى إيسلندا عند ما ثار قذف بمقذوفات نارية شوهدت من ساحل النرويج ، والغازات الخانقة التى انبعثت من براكين المارتينيك وثوراتها تسببت فى اختناق أكثر من ٢٠٫٠٠٠ نسمة .

وبعض براكين أمريكا الجنوبية – لا سيما فى شيلى – تخرج غازات كبريتية وفوسفورية وهيدروجينية وغاز ثانى أكسيد الكربون وحامض البريك ، مما يدل دلالة واضحة على أن هناك غازات محبوسة داخل الأرض تنطلق بقوة عند تمددها ، وأن الانفجار البركانى يشتد أحياناً ويخف أحياناً أخرى تبعاً لتمدد تلك الغازات المحبوسة .

الأسباب الرئيسة الخاصة بحدوث الزلازل :

يمكن تلخيص الأسباب الرئيسة الخاصة بحدوث الزلازل فيما يأتى :

أولا : عامل الحرارة الباطنية الكامنة فى باطن الأرض ، وله الأثر الأكبر فى حدوث الهزات الزلزالية وانفجار البراكين .

ثانياً : تقلصات القشرة الأرضية لانكماش الباطن وتمدده ، كما يعتقد بعض العلماء من أصحاب النظريات القديمة ، وذلك يحدث بالطبع موجات زلزالية .

ثالثاً : لما كانت الحرارة تزداد باستمرار كلما تعمقنا فى باطن الأرض ، سواء فى المناجم أم فى غيرها ، فإن ذلك يدل على أن جوف الأرض فى حالة شبه سائلة مرتفعة الحرارة تشبه الحديد المصهور ؛ وهذه المواد الباطنية (Magma) هى التى تسبب حدوث الزلازل وانفجار البراكين فى حالة تمددها أو انتفاخها ، فإذا لم تخرج إلى سطح الأرض فإنها تكوّن عروقاً معدنية (metallic ores)

رابعاً : من الأسباب الرئيسة فى حدوث الزلازل — نتيجة لتمدد المواد الباطنية — وجود الحرارة الباطنية الناتجة من التفاعلات الكيماوية المستمرة التى تحدث فى نواة الأرض ، وبالتالى تساعد على زيادة الحرارة نتيجة لتحلل المواد التى تحويها تلك المعادن والصخور الجوفيه .

خامساً : الموجات الكهربية التى تحيط بالكرة الأرضية وتدخل فى تركيبها هذه الكهربية ، سواء أكانت من عامل خارجى كالشمس أو باطنى نتيجة للتفاعل الكيماوى ، فلهذه الموجات تأثير كبير فى زيادة الحرارة الباطنية وتشبع الكرة الأرضية

بمغناطيسية خاصة بها ، ويستدل على ذلك بالاستعانة بأجهزة دقيقة تبين العروق المعدنية ، وهذه الأجهزة مغناطيسية كهربية

سادساً : علاقة الكهربية الأرضية بالتفاعلات الكيماوية لها أثر كبير فى المحافظة على الحرارة الشديدة فى باطن الأرض، وهما تعتبران مصدر تلك الحرارة ، كما يعتقد كثير من العلماء الحديثين ، وهذه الكهربية الأرضية لها علاقة أيضاً بالكهربية الجوية .

سابعاً: المواد الإشعاعية (Radioactive) الموجودة فى باطن الأرض ، والطاقة الذرية الهائلة المنبعثة من تحطيم الذرات فى اليورانيوم والثيوريوم، لها تأثير كبير فى زيادة الحرارة الكامنة فى باطن الأرض، وبالتالى فى حدوث الظواهر الزلزالية والبركانية نتيجة لتمدد (Magma) الأرضية .

ثامناً : وجود الغازات المحبوسة داخل الأرض والتهابها يساعد على حدوث الزلازل ، وخروج هذه الطاقة المحبوسة يسبب أكثر الاضطرابات الجيوفيزيكية التى تحدث فى قشرة الأرض ، فتحدث الزلازل أو الهزات السيسموغرافية ، وتفجر البراكين ، والدليل على ذلك خروج تلك الغازات من فوهات كثير من البراكين واشتعالها أثناء الثورات البركانية المشهورة .

الباب الثانى

طبيعة الزلازل وأعراضها وقياسها

أعراض الزلازل :

هناك أعراض أو دلائل تظهر فى بعض الأحيان قبل حدوث الزلازل بوقت قصير ، وأكثرها طبيعى كما يقول بعض العلماء الذين لاحظوا هذه الظواهر .

ومن أمثلة هذه الدلائل : حدوث اضطرابات جوية أو عواصف تعقبها موجة من الركود ، والجو الصحو ، وتتوالى هذه الظواهر عدة مرات ، وكذلك سقوط أمطار غزيرة فى فترات شاذة أو فى أماكن لا تعرف الأمطار ، واحمرار قرص الشمس وزيادة الكلف الشمسى ، وزيادة الأبخرة فى الجو لدرجة كبيرة ، وشعور الإنسان بدوار فى المخ ، وخروج غازات كبريتية من بعض أجزاء التربة الطينية ، وسماع أصوات داخل الأرض كصوت المدافع أو عربات السكك الحديدية ، وصوت الرعد ، وصراخ بعض الحيوانات كالكلاب ، وهجرات الطيور فى بعض الحالات قبل حدوث الزلزال .

طبيعتها الأرضية :

الزلازل موجات تمر داخل صخور الأرض أو البحار ، وتختلف سرعتها بالنسبة للوسط أو المجال الذى تمر فيه ، فهى تمر بسرعة تقدر ما بين ١٥٠ متراً و ٣٠٠ متر فى الثانية ، وذلك لأن مرور تلك الموجات الأرضية أو الاهتزازات داخل الصخور اليابسة أعظم بكثير من مرورها داخل الأجسام السائلة مثل مياه المحيطات .

وهذه الهزات الزلزالية تحدث أحياناً شقوقاً (Fractur) فى الجبال والمناطق الضعيفة من قشرة الأرض ، فهناك شقوق فى اليابان ونيوزيلندة تروح بين ٦٠ و ١٥٠ كيلومتراً طولا .

وقد دلت التجارب السيسموغرافية التى قام بها الأستاذ (Milne) على أن هذه الاهتزازات أحياناً تكون سريعة وأحياناً تكون بطيئة ، فى الحالات السريعة تكون ١٠,٠٠٠ متر فى الثانية ، وفى الحالات البطيئة تكون ٣,٠٠٠ متر فى الثانية ، ويوافقه على هذه الآراء الأستاذ الجغرافى الفرنسى (Lapparent)



أحد علماء أمريكا يراجع خطوط السيسموجرام

مواعيدها :

لاحظ علماء السيسموغرافيا أن الزلازل لها مواعيد تكثر فيها ، وقد لاحظوا ذلك فى اليابان. ويقول (Prof. Omori) اليابانى إن الزلازل تكون على أقلها من الساعة ٥ إلى الساعة ٧ مساء ، وتكون على أشدها فى الساعة الأولى بعد منتصف الليل .

الزلازل ونمو النباتات :

ثبت من البحوث العلمية أن الزلازل تساعد فى تفريخ بذور النباتات وخضرة المراعى ، وقد نسب ذلك إلى ثلاثة أسباب : الأول كثرة تولد غاز ثانى أكسيد الكربون ، والثانى انتشار السوائل المعدنية فى التربة ، والثالث ازدياد تولد الكهربية فى التربة وقد لوحظ ذلك فى كاليفورنيا .

قياس الزلازل « السيسموغراف » (Seismograph) :

تقاس الزلازل بجهاز رصد خاص يسمى السيسموغراف وهو آلة أتوماتيكية حساسة لتسجيل الهزات ، وعددها ، ووقت حدوثها ؛ ولا تقتصر على رصد ذلك بل هى أيضاً تسجل الهزات ،

وقوتها ، ومداها ، واتجاه مصدرها . والحقيقة الطبيعية التى بنى عليها هذا الجهاز هى أننا إذا أدلينا كتلة ثقيلة فى آخر حبل أو عمود طويل كما يتدلى بندول الساعة ، فإنها بحكم قصورها الذاتى تبقى ساكنة حتى لو اهتزت الأرض والقوائم المدلاة منها الكتلة ، فإذا تصورنا أن هذه الكتلة تحمل قلماً وأن هناك ورقة مثبتة على الأرض ملامسة لهذا القلم فإن الأرض إذا اهتزت تحركت الورقة معها مع بقاء القلم ثابتاً ، فيرسم على الورقة خطاً متكسراً يبين مدى تحرك الورقة باهتزاز الأرض ، ولكى يمكن تسجيل وقت حدوث الزلازل فإن هذه الورقة تثبت على سطح أسطوانة تدور دورة آلية كدورة الساعة ، والورقة مقسمة أياماً وساعات وثوانى ، والشكل الذى يرسمه قلم السيسموغراف عند حدوث الزلازل يسمى باسم السزموجرام (Seismogram) ، وهو ورقة من الرسم البيانى دقيقة تبين عدد الهزات الزلزالية ومقدارها وقوتها .

وهناك عامل التوازن فى قشرة الأرض الذى يؤثر على حدوث الزلازل والهزات الأرضية من آن لآخر ، وسنوضح هنا ما هو عامل التوازن (Isostacy) فى قشرة الأرض : نحن نعرف أن هناك يابساً وماء ، وأن هناك مرتفعات قارية ومنخفضات محيطية ، وأن

هذه الكتل توجد جنباً إلى جنب برغم اختلافها فى الحجم والثقل ، إلا أن هناك استقراراً عاما (Equilibrium) فى طبيعة قشرة الأرض يحافظ على ذلك ، فإذا حدثت أى حركة زلزالية فإن المرتفعات القارية الخفيفة نسبيًّا ترتفع أكثر ، والمنخفضات المحيطية تنخفض بنسبة ارتفاع القارات تماماً . ولكى نقرب إلى أذهان القارئ هذه الحقيقة الطبيعية نفرض أننا نأخذ كوباً من الماء أو مخباراً مدرجاً ونملؤه بالماء ونضع فيه قطعتين من الخشب ، إحداهما من خشب ثقيل الوزن والأخرى من خشب خفيف الوزن جنباً إلى جنب ، فنجد أن هناك ارتفاعاً فى ناحية الخشب الخفيف مع ثبات المستوى المغمور فى الماء لحفظ التوازن ، فإذا ما أتينا بعد ذلك ببكرة صغيرة من الحديد ووضعناها على قطعة الخشب الثقيلة الوزن ، فإننا نشاهد ارتفاعاً فى الخشبة الخفيفة الوزن ، وهذا ما يحدث بالفعل فى حالة حدوث نشاط تكتونى فى قشرة الأرض يؤثر على قاع المحيط ، فيعمل على خفضه ، فى حين أن المرتفعات الساحلية ترتفع مصحوبة باهتزازات زلزالية خطيرة كما يحدث فى شيلى أو فى الجزر اليابانية ، وهذا يرجع بطبيعة الحال إلى عامل التوازن الأرضى .

ويؤثر على القارات اليابسة والمرتفعات الجبلية من ناحية أخرى

الأمطار الشديدة وعوامل التعرية الجوية التى تعمل مع الوقت على تآكل بعض الجبال وتنحتها فتخفف من ثقلها وتصبح أخف مما كانت من قبل، وعلى ذلك يحدث زلزال لكى يعيد التوازن لهذه المنطقة الضعيفة من قشرة الأرض، فهنالك ارتباط وثيق بين التوازن وبين الهزات الزلزالية لا سيما فى الجهات الساحلية فى المحيطات العظيمة ، كالمحيط الهادى مثلا ، وتكون الهزات دائماً آتية من المناطق الثقيلة إلى المناطق الخفيفة فتعمل على ارتفاعها أكثر .

هل من الممكن عمل زلزال صناعى فى المعمل ؟

نعم ، يمكن عمل زلزال صناعى صغير فى المعمل الطبيعى وذلك لبيان الطبيعة الأرضية للزلازل وعلاقتها بعامل التوازن الأرضى الذى تكلمنا عنه .

وذلك بأن نحضر ميزاناً نحاسيًّا دقيقاً ونضع على كفته اليسرى نموذجاً مجسمًا من الجبس أو الطين لكتلة جبلية ، ونأتى بنموذج آخر لحوض ماء، ونضعه فى الكفة الأخرى ملاصقاً لهذا الجبل الصناعى ، وتكون الحالة حالة توازن تام ، أى أن الميزان يكون فى حالة مستوية تماماً والوزن ثابتاً ثم نأتى بمضبخة قوية

ونعمل على تفتيت بعض الرواسب من القمم الجبلية التى تنحدر بدورها إلى كتلة الحوض المحيطى حيث تستقر الرواسب والفتات التى انحدرت من الجبل الصناعى ، ونباشر هذه العملية لمدة ١/٢ ساعة أو ساعة حتى يخف وزن الجبل الصناعى فنجد أن هناك حركة إلى أعلى تدفع الجبل الصناعى . هذه الحركة هى (الحركة الزلزالية) ، فى حين نلاحظ ثقل وزن حوض الماء من ناحية أخرى . وعلى هذا نكون قد تمكنا فى المعمل من عمل زلزال صناعى صغير رافع إلى أعلى وهو بالطبع زلزال خفيف ، ويستدل من هذا أن عامل التوازن له أهمية كبرى فى طبيعة الحركات السيسموغرافية التى تحدث على سطح الأرض .

هذا وقد عرفنا طبيعة الهزات الزلزالية وعلاقتها بالتوازن الأرضى وبقى علينا أن نعرف كيف تسير هذه الهزات الزلزالية فى داخل صخور الأرض ، وهل من الممكن إجراء تجربة تمثل تلك الهزات الزلزالية المصطنعة فى المعمل ، كما عملنا فى حالة عامل التوازن ؟ ونجيب على هذا فنقول : إنه لكى نعمل مثل هذه التجربة لا بد أن نعرف الفرق بين كلمتى الليونة والصلابة فحركة الموجات الزلزالية فى مرورها بباطن الأرض تشبه عند ما تصل إلى السطح صدمة مفاجئة من قطار للعربات التى يسيرها فتنتقل الهزة من

عربة إلى أخرى حتى تصل إلى آخر عربة بسرعة فائقة ، والتجربة الآتية تبين ما إذا كانت المبانى المقامة على مناطق صخرية صلبة أكثر أماناً أم المبانى المقامة على تربة لينة رخوة ، وأقل خسارة فى الأرواح والممتلكات .

فعند ما نحضر كوباً فارغاً من الماء ونملؤه بالشمع السائل حتى يتجمد ، ونحضر كوباً فارغاً آخر ونملؤه بسائل هلامى كالجيلى ، ثم نضع ورقة على سطح كل من الشمع والجيلى ، ونضع عليه قطعاً مربعة من قطع النرد ، ونضعها فوق بعضها البعض على هيئة رأسية ، ثم نأتى « بشاكوش » أو مضرب خشبى ، ونحدث ضربة واحدة على حافة الكوبة من أعلى فى محاذاة الورقة البيضاء ، نجد أن قطع النرد تتساقط بسرعة وسهولة فى الكوب المملوء بسائل الجيلى فى حين أنها تهتز فقط فى الكوب المملوء بالشمع المتجمد ، مما يدل دلالة واضحة على أن الأرض الصلبة تتحمل الموجات الزلزالية ، أما الأرض اللينة الرخوة فتهتز أكثر منها ، وتفقد توازنها ، فتسبب خسائر وأضراراً كثيرة . ولذلك وجدنا فى زلزال سان فرانسيسكو المشهور الذى حدث سنة ١٩٠٦ أن المبانى والمؤسسات القريبة من خليج سان فرانسيسكو ، حيث الأرض الملاصقة للبحر رخوة لينة كالجيلى

فى تجربتنا الصغيرة ، وكانت أكثر الجهات خسائر فى الأرواح والممتلكات ، وقدّرت الخسائر حينئذ بملايين الملايين من الدولارات ، أما فى الجهات العالية ، حيث الأرض الوعرة الصلبة ، فإن المبانى قد اهتزت فقط مع أضرار طفيفة للغاية .

وكذلك الحال فى زلزال مسينا ، فقد تبين بعد حدوث الزلزال أن المناطق القريبة من الساحل ، وهى ذات تربة رخوة قد تأثرت أكثر من المناطق المرتفعة ذات التربة الصلبة البعيدة عن الساحل.

الباب الثالث

التوزيع الجغرافى للزلازل

التوزيع العالمى للزلازل :

هناك منطقتان هامتان ، أو حلقتان ، تكثر بهما الزلازل الأرضية والثورات البركانية على سطح كرتنا الأرضية .

١ — منطقة الحلقة النارية (Ring of Fire) التى تمر بسواحل المحيط الهادى الشرقية والغربية ، وتنتابها من آن لآخر الهزات الأرضية العنيفة ؛ وقد أطلق عليها الأستاذ الكبير (Joly) هذا الاسم ، لأن هذه المنطقة من أشد جهات العالم عرضة للهزات الزلازلية وكوارثها ؛ ويقول علماء الطبيعيات الأرضية (Geophysics) إن هذه المناطق من مناطق الضعف فى قشرة الأرض ، وإن الطبقات الأرضية فى هذه المناطق لم تستقر بعد ، لأنها فى حالة شباب ، فهى دائماً تتغير وتتبدل . ومن المعروف — كما ذكرنا من قبل — أن أسباب الثورات البركانية والهزات الزلزالية تكاد تكون واحدة ، وعلى ذلك لا غرابة فى أن مناطق معينة من قشرة الأرض تكثر بها الزلازل ، ومناطق أخرى تقل

بها ، ومناطق بها براكين وأخرى لا براكين بها ، ومنطقة الحلقة النارية التى تحف بسواحل المحيط الهادى ، والجزيرة الشمالية لينوزيلندا ، تكثر بها النافورات الحارة ، لا سيما فى غرب الولايات المتحدة الأمريكية ويسمونها (Geysers) .

ويصح لنا أن نبين مناطق التوزيع الجغرافى لهذه الحلقة النارية بشىء من التفصيل ، ولنبدأ بأمريكا الجنوبية ، فنجد أن هذه الحلقة تبدأ من أقصى جنوب القارة حيث جبال الأنديز العظيمة الارتفاع فى شيلى ، وهى تمتد من خط ٤٣° جنوباً حتى ٢° شمالى خط الاستواء ، أى من أقصى شيلى إلى كيوتو (Quito) ، وتمتد بمحاذاة ساحل المحيط الهادى الشرقى . ومع أن هناك براكين كثيرة خامدة إلا أن الهزات الزلزالية فى هذه المناطق كثيرة الحدوث عند السواحل أو فى قاع المحيط ؛ والذى يساعد على حدوث تلك الهزات أن هناك مرتفعات جبلية شاهقة مثل بركان (Antuco) الذى يبلغ ارتفاعه ١٦,٠٠٠ قدم ، وإلى جانبها أعماق سحيقة مما يجعل هناك عدم استقرار أو توازن فى قشرة الأرض ، كما أن العروق البركانية توجد بكثرة هناك ، ويسمون بركان (Rancagua) الصغير باسم « استرمبولى المحيط الهادى » ، لأنه يلفظ الحمم باستمرار ، ومعظمها من صخور

الأوبسيديان (Obsidian) ، وقلما تمر سنة دون حدوث زلزال في شيلى ، وقد لاحظ ذلك العالم الألمانى (Von Bych) .

وتتعرض جبال الأنديز فى أثناء حدوث الزلازل إلى انهيارات ثلجية من الجبال ، لا سيما فى بيرو وبوليفيا وإكوادور ، حيث تمتزج مع الطين وتسمى (Moya) .

وتمتد الزلازل أيضاً فى أمريكا الوسطى ، ومنطقة بنما ، والمكسيك ، حيث توجد عدة مخروطات بركانية ضخمة مثل (Tuxtla) و (Popocatepte Orizaba) وجورولو (Jurullo) وكوليما (Colima) ، وكل هذه تشير إلى حداثة التكوين الجيولوجى للمكسيك ، وبالتالى تعرضها للهزات الأرضية . ثم نجد أيضاً شبه (California) جزيرة كاليفورنيا التى بها كثير من البراكين الخامدة مثل (Hooker) ، وكثير من العيوب الأرضية مثل كسر (San Andrea) ، ونجد الزلازل أيضاً تكثر فى جبال روكى وكاسكيد حتى كلومبيا البريطانية (Columbia) ، حتى تصل إلى ألسكا فى الشمال (Alaska) ، فنجد أيضاً كثيراً من البراكين الضخمة مثل مكنلى وسان إلياس (Saint Elias) وهى خامدة ، ومثل بركان (Katmai) الثائر ؛ وتمتد الحلقة النارية فى جزر ألوشيان (Aleutians) حيث توجد براكين بحرية

كثيرة نشيطة ، ثم فى جزيرة سخالين حيث توجد براكين خامدة ، ثم نجد الجزر اليابانية ببراكينها الثائرة مثل آسو (Aso) وآسامایاما (Asamaya) وغيرها ، وهى أكثر البلاد العالم عرضة للهزات الزلزالية ، ثم تمتد الحلقة إلى جزر الفليبين حتى تصل إلى جزر أندونيسيا التى تكثر بها البراكين الثائرة مثل (Bromo) وسيمرو (Semero) وغيرها ، ولا سيما فى جزيرة جاوه (Java) وتنتهى الحلقة عند الجزيرة الشمالية لنيوزيلندا .

٢ — أما المنطقة الثانية العالمية التى تكثر بها الهزات الأرضية ، والتى يعتقد بوخ (Von Buch) الألمانى أنها خطيرة وأن خطورتها لا تقل عن الأولى ، فهى المنطقة التى تمتد من جزر الهند الغربية (West Indies) حيث توجد بعض سلاسل الأنديز الالتوائية فى تلك الجزر المتفرقة ، وتشمل جزر المارتينيك (St. Lucia St. Vincent) وسان دومينيجو ، وجزيرة جاميكا (Jamaica) وبورتويكو وهايتى وجزر الأنتيل (Antille) والبحر الكاريبى ، ويمتد الخط حتى منطقة جزر ماديرا حيث يوجد بركان (Teneriff) ، ثم جزر آزورس وكنارى فى المحيط الأطلسى الشرقى ، ثم يمتد فى منطقة البحر المتوسط الغربى لا سيما جنوب أسبانيا والبرتغال وجبال الجزائر ومراكش وجنوب

إيطاليا حيث بركان فيزوف المشهور ، و بركان استرمبولى البحرى (Stromboli) وجزر ليبارى . وجزيرة صقلية حيث يعرض أكبر مخروط بركانى في أوربا كلها ، وهو بركان إتنا (Etna) الذى يزيد ارتفاعه عن ١٠٠٠ قدم ، ثم نجد سواحل بحر الإدرياتيك الشرقية عند يوجوسلافيا . وجزر أيونيان ، واليونان ، وجزر بحر أيجه ، لا سيا بركان سانتورين (Santorin) الغارق ، ثم ساحل آسيا الصغرى الغربية ، وخليج أزمير (Izmir) ، وهضبة الأناضول التركية نفسها . وجزيرة قبرص ، ثم يمتد الخط شرقاً حتى يصل إلى لبنان وسوريا حيث أخدود نهر الأردن الذى به شقوق أرضية . ثم يمر الخط بغرب إيران فى جبال كردستان ، ويمر بباكستان وأفغانستان ، حتى يصل إلى شبه جزيرة كاثياوار . ثم إلى سفوح الهملايا الجنوبية ، وخليج البنغال ، ثم يستأنف سيره إلى برما (Burma) والهند الصينية والصين حيث هضبة (Ordos) حتى اليابان ؛ وعندئذ يلتقى بمنطقة الحلقة النارية السالفة الذكر عند جزيرة فرموزا (Formosa) . أما فى الكتلة الآسيوية فهناك منطقة معرضة أيضاً لخطر الزلازل يجدر ذكرها وهى تمتد من جبال القوقاز غرباً حتى بحيرة آرال (Aral) وبحر قزوين . كما لاحظ ذلك العلامة (Engelhardt) .

أما بحيرة بيكال (Baikal) فى سبيريا فتوجد بها انكسارات سلمية (Step Faults) كما لاحظ ذلك الجيولوجى الألمانى (Von Kober). أما الأستاذ (Pallas) فيقول إنه لاحظ فى رحلاته العديدة فى منطقة أرمنيا (Aremnia) ومنطقة بحر أزوف (Azof) والقرم أن هذه المنطقة بها انكسارات كثيرة ، وأنها عرضة للهزات الزلزالية من آن لآخر لأن التربة هناك لينة رخوة ..

أما مناطق غرب أوربا حيث توجد دول العالم الكبرى مثل إنجلترا وفرنسا وألمانيا وبلجيكا وهولندا والدنمارك والسويد والنرويج فهى غير معرضة كثيراً لخطر تلك الهزات أو الذبذبات الزلزالية ، لا سيما الضعيفة منها ، وإن كانت فى بعض الأحيان تنتابها بعض الهزات الخفيفة (vibration) أو هزات أرضية سطحية (earth tumours) فقط من تأثير حدوث العواصف والأعاصير (Cyclones) التى يشتهر بها غرب أوربا من الناحية المناخية ، أو من تأثير تلك البؤرة الزلزالية التى قد يتأثر بها غرب أوربا ، وهى بؤرة جزيرة إيسلندة التى يعرف عنها أنها جزيرة بركانية مكونة من الطفوح البركانية ، وبها بركان (Hecla) المشهور ؛ كما يوجد بها كثير من النافورات الحارة (Geysers) التى تشبه كثيراً نافورات الولايات المتحدة الأمريكية ، وإن كانت هـذه

تعتبر أقدم نسبيًّا من ناحية التركيب الجيولوجى ؛ ولذلك وجدنا هذه الجزيرة مصدر زلزال للمحيط الأطلسى الشمالى وموجات من غربه قد تحدث عند حدوث الزلازل مما يؤثر فى غرب أوربا بالطبع

الباب الرابع

الزلازل التاريخية

من قبل ميلاد المسيح إلى القرن السابع عشر

جاء فى بيان عن الزلازل التاريخية للأستاذ المشهور (Mallet) الإخصائى فى الزلازل أنه قد أحصى كثيراً من الزلازل فوجد أنه قد حدث منها قبل ميلاد المسيح ٥٨ زلزالاً فى مدة ١٧٠٠ سنة ، وكانت العنيفة منها ٤ زلازل .

ومن ميلاد المسيح إلى أواخر القرن التاسع حدث ١٩٧ زلزلة ، وكان العنيف منها ١٥ . ومن القرن التاسع إلى القرن الخامس عشر حدثت ٥٣٢ زلزلة كان منها ٤٤ زلزالاً عنيفاً .

ومن القرن السادس عشر إلى الثامن عشر حدثت ٢٨٠٤ هزة منها ١٠٠ هزة عنيفة .

ومن القرن التاسع عشر إلى منتصفه حدثت ٣٢٠٤ هزة أرضية بعضها عنيف .

ويقال إن هناك مدينة بإيطاليا خسفت الأرض بها سنة ١٤٥٠ ق . م . وحولتها إلى بحيرة .

وفى سنة ٢٨٥ ق.م. حدثت زلازل فى جزيرة ينبون اليابانية فتكونت بحيرة طولها ٧٣ ميلاً وعرضها ١٢ ميلاً بسبب انهيار الأرض.

وفى سنة ٢٢٤ ق . م . حدثت زلزلة فى جزيرة رودس طوحت بصنمها المشهور على القرى ، وهو من النحاس وارتفاعه ١٠٥ قدم ، وكانت السفن تدخل الميناء بين قاعدتى قدميه .

وفى سنة ١٠٧ ق م . توالت الزلازل على بلاد الصين .

وفى سنة ٦٣ ق . م . حدث زلزال مدمر قرب مدينة بومبى هوكو لايوم ؛ ومن أشد الزلازل التى حدثت فى الشرق زلزال أنطاكية سنة ١٥٥ ، وأعظمها زلزال ١٠ مايو سنة ٥٢٦ م الذى قلب المدينة وطمر تحت أنقاضها كثيراً من الأبنية العظيمة من بينها كنيسة القديس إستفانوس ، وهلك ٢٥٠ من أهلها ، وتوالت الزلازل عليها حتى هجرها أهلها نهائيًّا .

وفى سنة ٥٥١ م عمت الزلازل شواطئ سوريا ولبنان من أرواد حتى صور : وكان أشدها فى مدينة بيروت الزاهية ، فهدمت كثيراً من مباهجها وانتقل علماؤها إلى صيدا .

وفى سنة ٥٥٧ م زلزلت القسطنطينية فهدم جانب من كنائسها ومات ألوف تحت الأنقاض .

وفى سنة ٧٤٧ اشتدت الزلازل فى فلسطين وسوريا وتركيا

فهدم فيها أكثر من ٥٠٠ قرية وخرج أهل الشام إلى العراء .

ولم ينقض القرن الثامن حتى زلزلت الأرض فى مصر زلزالاً عنيفاً سقط منه رأس منارة الإسكندرية المشهورة .

ثم انتابت الزلازل بلاد الهند سنة ٨٩٣ فأهلكت ١٨٠,٠٠٠ من أهلها ، وتوالت الزلازل على العراجة فمات الكثير من أهلها سنة ١٠٠٥ م .

وفى سنة ١٠٢٩ أصيبت دمشق وبيت المقدس بخسائر كبيرة ، ثم توالت على خراسان وخوزستان فى إيران سنة ١٠٥٢ . وهناك جبل انشطر شطرين بقرب مدينة أردشان .

وفى سنة ١١٣٩ خربت مدينة حلب بسبب تلك الزلازل التى امتدت أيضاً إلى إيران حيث قتلت ١٠٠,٠٠٠ نفس .

وعادت الموجات الزلزالية سنة ١١٥٧ فدمرت بعض أنحاء قيصرية وحماه ومصر وطرابلس وأنطاكية وحلب .

وفى سنة ١١٨٨ اشتدت الزلازل فى جزيرة جاوة وسومطرا ، وفى سنة ١٥٠٩ زلزلت القسطنطينية فتهدم منها جزء آخر .

وفى سنة ١٥٣١ أصيبت إسبانيا والبرتغال بزلازل مروعة أهمها زلزال لشبونة الذى هدم منها كنائسها .

وفى سنة ١٦٨٨ حدثت زلازل فى جبال البرانس وتحول

بسببها جبل إلى بحيرة .

وفى سنة ١٦٨٨ زلزلت مدينة أزمير وانفصل جزء منها وأصبح جزيرة . وهذه الجزيرة ما زالت موجودة حتّى الآن .

الزلازل التاريخية

أولاً : زلازل القرن السابع عشر :

جاوة سنة ١٦٩٩ : فى ٢٥ يناير سنة ١٦٩٩ تعرضت جزيرة جاوة إلى ٢٠٨ هزة أرضية فانهارت منازل عديدة فى بتفيا ، وبدأ بركان سلاك يثور وغيّر نهر مجراه نتيجة لتقلصات أرضية عنيفة فبدأ يفيض ، وقد مات فيه كثير من الأسماك نتيجة للطين الذى اختلط بمياه النهر ، كما مات كثير من الحيوانات كالقرود والغزلان والنمور فى الغابات نتيجة لجرف التيار لها ، وحتّى التماسيح اختفت نتيجة للغازات والطين ، ويعتقد بعض العلماء أن هناك تلالاً قد انهارت نتيجة لهذه الزلازل على جانبى النهر .

كيوتو سنة ١٦٩٨ :

حدثت هزات أرضية عنيفة فى كيوتو على ساحل المحيط الهادى بأمريكا الجنوبية وثار بركان كارجيرا (Carguairoga)

وبدأت الحمم المصحوبة بالطين تنزل من فوهته ، ثم تهشمت بعض جوانبه ، كما لاحظ ذلك الجغرافى الكبير فون همبولد (Von Humboldt) .

صقلية سنة ١٦٩٣ :

تعرضت جزيرة صقلية لزلازل عنيفة فى ١١ يناير سنة ١٦٩٣ راح ضحيتها ما يقرب من ١٠٠,٠٠٠ شخص كما يقول الأستاذ الإيطالى (Vicentino Bonjutus) ، وظهر كثير من الشقوق قرب مدينة كتانيا (Catania) .

الملايو سنة ١٦٩٣ :

تعرضت جزيرة سوربيا (Sorea) الصغيرة التى بها بركان كبير لهزات أرضية ثم بدأ البركان يدخن ويثور وينفجر بشدة وبدأت الفوهة تسقط ثم انهار جزء منه وتلاه آخر ، وهكذا حتى تحولت الجزيرة ــ كلها إلى بحيرة من الحمم فاضطر الأهالى إلى الهرب إلى الجزيرة المجاورة المسماة باندا (Banda) خوفاً من الهلاك.

جزيرة جمايكا سنة ١٦٩٢ :

تعرضت الجزيرة إلى أشد زلزال عرف فى القرن السابع عشر فقد أصبحت الأرض كالورق المقوى ونتج عن ذلك شقوق

كبيرة بلغت أكثر من ٣٠٠ شق أو كسر ، وفى هذه الشقوق ابتلعت الأرض كثيراً من السكان حتى إن رءوس كثير منهم بقيت بعد الزلزال فوق سطح الأرض ، ونتيجة لهذا الزلزال المخيف هبط الميناء المسمى (Port Royal) بمقدار ٤٨ قدماً تحت سطح الماء . كما أن السفينة المسماة (Swan) رؤيت معلقة فوق أحد المنازل .

أما الأستاذ (La Beche) فيعتقد أن سبب هبوط الميناء يرجع إلى أن الطبقات الرملية المقامة عليها المدينة لم تكن تكفى لتحمل الزلزال .

ويعتقد الأستاذ (Sir Sloan) أن الجبل الأزرق ، وكثيراً غيره من الجبال ، تصدعت ، كما أن سفوح الجبال الخضراء الجميلة أصبحت مقفرة جرداء خالية من النباتات وكثيراً من الأخشاب جلبتها الأنهار من الغابات إلى ساحل المحيط ، وكان ازدياد سرعة الأنهار نتيجة طبيعية للهبوط الذى صحب القشرة الأرضية بتأثير الزلازل .

ثانياً : زلازل القرن الثامن عشر :

سنستعرض هنا الحوادث التى حدثت نتيجة للزلازل العنيفة

فى العالم منذ القرن الثامن عشر ؛ وهذه هى بعض الزلازل الكبرى التى أصابت العالم فى هذه الفترة .

أمريكا الوسطى فى يونيو عام ١٧٧٣ :

أصيبت مدينة جواتيمالا بزلزال مخرب حولها إلى أكوام من التراب ، وحدثت بها شقوق كبيرة ، على أن هذه المدينة التى كانت غنية يوماً ما أخذت تستعيد مجدها القديم بعد ذلك حتى وصل عدد سكانها إلى ٤٠,٠٠٠ .

جزيرة جاوة سنة ١٧٧٢ :

فى عام ١٧٧٢ ثار بركان باباندايونج (Papandayong) ثوراناً كبيراً اهتزت له الأرض وفر الأهالى بعيداً عنه، واستمر هذا الثوران العنيف حتى انهار جزء من هذا البركان الكبير الذى يبلغ حجمه ١٥ ميلاً طولاً و ٦ أميال عرضاً ، وكان لهذا الانهيار البركانى أثر فى ٤٠ قرية صغيرة فقد هلك منها أكثر من ٢٩٥٧ شخصاً عدا الخسائر فى محاصيل النيلة والقطن والبن ، وقدر الخبراء أن القمة نفسها نقص ارتفاعها من ٩٠٠٠ قدم إلى ٥٥٠٠ على أنه قد ظهرت له قمة أو فوهة أخرى جديدة بدل القديمة ، وفى هذه الأثناء تعرضت الجزيرة لعدة هزات أرضية .

القوقاز فى سنة ١٧٧٢ :

تعرضت منطقة بشتاو (Beshta) فى جبال القوقاز إلى هزة أرضية عنيفة انهار على أثرها تل يسمى (Metshuk) فى هاوية بين الجبال الصخرية نتجت من تأثير الزلازل .

سان دومنيجو سنة ١٧٧٠ :

اهتزت مدينة سان دومينجو كلها نتيجة لزلازل عنيفة ، ونهدم جزء كبير منها ، ثم خرجت من باطن الأرض غازات سامة من عدة نافورات ، وقد أدت هذه الغازات إلى نشر مرض لم يعرف بعد ، فمات كثير من الأهالى ، وهرب الباقون من الجزيرة فأصبحت مقفرة من أهلها .

كولومبيا سنة ١٧٦٦ :

فى ٢١ أكتوبر سنة ١٧٦٦ شعر أهالى بلدة كومانا (Cumana) بهزات أرضية ثم ما لبثت أن تركزت الزلازل فى كراكاس (Caracas) وخليج ماراكيبو على ضفاف نهر كسانار والأورونوكو ، وحدثت شقوق كبيرة فى جبل (Paurari) هذا وقد اهتزت جزيرة ترينداد هزة عنيفة ، واختفت جزيرة صغيرة سقطت تحت النهر فى حوض الأورينوكو. أما فى منطقة

(Point del Gardo) فقد ارتفعت الأرض وانشقت قرب قرية ماتورين (Maturin) كما لاحظ ذلك الجغرافى الكبير فون همبولت عند زيارته لأمريكا الجنوبية .

الهندستان سنة ١٧٦٢ :

اهتزت مدينة شيتا جونج فى البنغال هزة عنيفة فى ٢ أبريل سنة ١٧٦٢ وقد انبعثت من الأرض غازات كبريتية وطين وماء . وفى منطقة باردافان (Bardovan) جف نهر آما فى الجهة المسماة (Barcharru) ، فقد استقر ٢٠٠ شخص بمواشيهم فى قاع الأرض . ومن المعروف أن ٦٠ ميلا مربعاً من شيتا جونج قد اختفت من الوجود ، وفى نهاية هذا الزلزال لاحظ الجيولوجيون أن جبل (Mug) قد انخفض كثيراً عن ذى قبل؛ والسبب فى ذلك يرجع إلى أن التربة فى البنغال تربة لينة رخوة ، كما لاحظوا أن بركانين صغيرين قد ظهرا من تلقاء نفسيهما فى منطقة (Secta Cunda) ، وقد تتابعت الهزات حتى بلغت كلكتا أخيراً فى هذه المدة .

لشبونة سنة ١٧٥٥ :

فى أول نوفمبر عام ١٧٥٥ تعرضت مدينة لشبونة عاصمة

البرتغال لأعنف زلزال عرف فى هذه الفترة من الزمان ، فنى مدة لا تزيد على ٦ دقائق هلكت المدينة وطغت عليها موجة هائلة من المحيط ، وقتل أكثر من ٦٠,٠٠٠ فى حين كانت أصوات كصوت الرعد تمر تحت الأرض ، وقد اهتزت معظم جبال البرتغال المتاخمة للساحل مثل (Cintra, Marvan) ، وقد ظهرت شرارات كهربية فى الجبال لا تعرف حقيقتها ، ويقدر الأستاذ الكبير فون همبولت (Von Humboldt) أنه نتيجة لهذا الزلزال العنيف اهتزت مساحة من الأرض لا تقل عن مساحة أوربا كلها : فقد لوحظ أن الهزات الزلزالية أثرت فى جبال الألب والسويد ، وشمال ألمانيا وغابة تورينجيا ، وفى غرب المحيط الأطلسى اهتزت جزر المارتنيك وبربادوس حيث تغير لون البحر وصار أسود مع زيادة فى ارتفاع موجات المد حتى وصلت إلى ٢٠ قدماً ، ومن الغريب أن هذه الهزة العنيفة قد وصل تأثيرها حتى بحيرات كندا . وفى مراكش هلك من جراء هذا الزلزال قرية عدد سكانها ٨,٠٠٠ نسمة .

وكان من نتيجة هذا الزلزال العنيف أن هبط حاجز كبير رخامى فى المدينة المنكوبة لشبونة بما كان عليه من بشر تحت قاع البحر : وقد فسر الأستاذ (Sharpe) الجيولوجى أن هذا الزلزال

حدث فى صخور العصر الثالث (Tertiary) فقط فى منطقة الطين الأزرق المقامة عليها المدينة ، أما الصخور الجيرية القديمة والبازلتية فلم تتأثر مطلقاً . وفى بريطانيا ظهرت آثار هذا الزلزال المخيف : ففى بحيرة لوك فى إسكتلندا فاضت مياه البحيرة بدون سبب ظاهر ، وعلى ساحل إسبانيا عند ميناء قادس ارتفع موج البحر إلى ٦٠ قدماً ، وفى جزر ماديرا ارتفعت مياه المحيط إلى ١٥ قدماً وعمّ الدمار الجزيرة ويعتقد الأستاذ (Michell) أنه لا بد من حدوث انخفاض أو هبوط فى قاع المحيط بسبب هذا الزلزال العنيف ، لأن الأدلة كلها متوفرة على وجود منطقة تولدت منها غازات حارة تحت قاع البحر كان لها أثر كبير فى حدوث الانفجار وزيادة تأثير الزلزال . ولقد كانت سرعة الهزات الزلزالية فى هذا الوقت ٢١ ميلاً فى الدقيقة ، أما الأستاذ (Mallet) الإخصائى فى الزلازل فقد قال إن موجات الزلازل البحرية لها تفسير خاص وهو حدوث منطقة انفجار تحت قاع البحر ، ثم تسير الاهتزازات (Vibrations) فى جميع الاتجاهات حتى تقابل أقرب ساحل ، وهناك تسير مسرعة لأن اليابس موصل جيد للهزات الأرضية أكثر من الماء .

كيوتو عام ١٧٩٧ :

فى فبراير سنة ١٧٩٧ اهتزت منطقة بركان تونجارجوا (Tunguragua) التى تبلغ مساحتها ٤٠ ميلا طولا ، ٣٠ ميلا عرضاً ، وشعر بها الناس حتى نهر (Napo) فى مساحة تبلغ ١٧٠ ميلاً ، وقد هدمت قرى (Onero Riobambia) واندفعت مياه لا يعرف مصدرها بالضبط أمن باطن الأرض تأتى أم من نهر ؟ وبلغت فى بعض الوديان ٦٠٠ قدم ، وقد خرجت غازات سامة ولهب ودخان من بحيرة (Oniloton) وتسببت فى قتل كثير من المواشى ، ثم عادت الهزات من جديد فى شهر أبريل بقوة لا تقل عن سابقتها .

كومانا سنة ١٧٩٧ :

فى ١٤ ديسمبر اهتزت جزر الأنتيل الصغيرة ، وقد تهدم ٤/٥ مدينة كومانا (Cumana) بسبب هزات أرضية عنيفة جاءت من باطن المحيط ؛ ويفسر العلماء هذه الهزات بأنها كانت رأسية وقد تغير نتيجة لها مصب نهر (Bourdone) بسبب ارتفاع الأرض نسبيًّا .

كوبيك سنة ١٧٩١ :

من مذكرات الرحالة البريطانى (Bayfield) أن زلزالا حدث فى خليج سانت لورانس على بعد ٥٠ ميلا من كوبيك . حيث تصدعت المبانى وسقطت المداخن والأعمدة وتشقق الجليد فغطى سطح الأرض فكان هذا خير دليل على حدوث شقوق لمن يريد دراسة سطح الأرض والزلازل .

كاراكاس سنة ١٧٩٠ :

حدث زلزال بين بلدتى سان بدرو (San Pedro) والقنطرة (Alcantra) تسبب فى حدوث هبوط فى قشرة الأرض نتجت عنه بحيرة جميلة يبلغ قطرها ٨٠٠ قدم وعمقها ١٠٠ قدم ، وقد كانت قبل ذلك جزءاً من غابة (Aripas) ، وقد تكدست أغصان الأشجار المتينة فوق سطح البحيرة الناشئة .

صقلية سنة ١٧٩٠ :

تعرضت سواحل صقلية الجنوبية فى سنة ١٧٩٠ إلى ٧ هزات عنيفة كان من نتائجها أن انخفض الساحل بمقدار ٣٠ قدماً ، وظهرت شقوق انبعث منها غاز كبريتى .

جاوة سنة ١٧٨٦ :

فى منطقة (Batur) بجاوة حدث ثوران بركانى نتيجة اهتزازات أرضية ، ثم انشقت الأرض الرخوة وابتلعت سكان القرية المسماة (Jampang) كما يقول الأستاذ (Dr. Horsefield)

اليابان سنة ١٧٨٢ :

فى جزيرة نيبون الصغيرة ثار بركان (Asama Yama) فى أول أغسطس وألقى حممه فى النهر المسمى (Yone Garva) فبدأت مياهه تغلى وتفور وتكتسح البلاد المجاورة ، وقد ابتلع هذا الزلزال بعض القرى والخلجان المحيطة .

كلابريا سنة ١٧٨٣ :

تنفرد هذه الزلازل بظاهرة غريبة هى ظاهرة التتابع ، فمنذ سنة ١٧٨٣ حتى سنة ١٧٨٦ وهى تحدث من آن لآخر ؛ ومن حسن حظ الباحثين أن كلابريا قريبة من أوربا وسهلة الدراسة بعكس أمريكا الجنوبية البعيدة ، وقد سجل عدد الهزات فى سنة ١٧٨٣ وحدها فبلغ ٩٤٩ هزة أرضية منها ٥٠١ هزة من الدرجة الأولى .

وقد فحص الكونت أبولوتى (Ippolito) الإيطالى هذه المنطقة وأمر بعض الرسامين برسم الشقوق والانكسارات . ولما فحص الجغرافى المشهور (Sir Hamilton) هذه الجهة اعتقد أن هذه المناطق التى اهتزت وتشققت كانت من نوع التوفا البركانية (Volcanie Tuffa) ، وهذا رأى صحيح ، ولكن الأستاذ دولوميه (Dolomieu) الجغرافى الفرنسى لم يوافق على ذلك ، وقال إن كثيراً من هذه الصخور به رواسب بحرية وليست من التوفا ، وإن المنطقة الجنوبية من كلابريا تتكون من طبقات سميكة من الطفل والحجر الجيرى كالموجود فى صقلية ، وتتخللها طبقة من الرمال ، وهى ترجع للعصر الجيولوجى الثالث (Tertiary) لاحتوائها على محارات البحر الأبيض .

جزر إيونيان فى سنة ١٧٨٣ :

جاء فى مذكرات الأستاذ الإيطالى (Vivenzio) أنه فى ٢٦ مارس سنة ١٧٨٣ أصيبت جزر زانتى (Zanté، Cephalonia,) بزلزال عنيف، وتصدعت المبانى ، ومات عدد كبير من السكان ، كما استمرت الهزات فى كلابريا على نشاطها طوال هذه المدة . وإذا أخذنا مثلا مدينة (Oppido)

مركزاً فإننا نجد أن النشاط السيسموغرافى كان فى دائرة بلغ قطرها ٢٢ ميلا حول هذه المدينة ، وقد اهتزت السلاسل الجرانيتية ، الممتدة من الشمال إلى الجنوب فى كلابريا اهتزازاً عنيفاً . ويقول بعض الباحثين إن الهزات التى جاءت من الغرب إلى الشرق أثرت فى الطبقات العليا ، ثم فى منطقة الإيصال بالقواعد الجرانيتية ؛ ولكن دولوميبه يخالفهم أيضاً فيقول إن التفسير ليس كذلك ، وإنما هو كالآتى : « من المعروف أن جبال الأبتين تتكون من صخور صلبة جرانيتية مغطاة بطبقات من الشست الميكائى والطفلى ومن صخور أحدث منها ، وسفوح هذه الجبال جرداء شديدة الانحدار ، وفى أسفلها تمر طبقات حديثة رملية من الطفل والطين ممتزجة بمحارات بحرية ؛ ولا شك أن هذه الرواسب البحرية نتيجة تحلل الجرانيت ؛ وسطح هذه الطبقات الحديثة التى ترجع إلى الزمن الثالث (Tertiary) تكون سهل كلابريا المنبسط ما عدا أجزاء الوديان الضيقة التى نحتتها الأنهار الجارية أو السهول ، ويبلغ عمقها ٦٠٠ قدم ، وعلى جوانب هذه الخوانق يشاهد بعض الانزلاق فى الصخور نتيجة للزلزال ، وقد تزحزحت هذه الخوانق قليلا عن أماكنها » .

ويقول الأستاذ مالت (Mallet) فى كتابه « ديناميكا

الزلازل » : إن الموجات الزلزالية إذا انتقلت من وسط غير مرن ، مثل الطين والطفل والرمل ، إلى وسط صلب ، مثل الجرانيت ، فإن سرعتها تختلف وتزيد عند مرورها فى الجرانيت ، فى الحالة الأولى : حالة مرورها فى طبقات غير مرنة — تولد تيارات أو موجات مضادة على سطح الأرض ، أما فى الحالة الثانية فإن هذه الموجات تمر بسهولة ولا تحدث شيئاً .

ويقول الأستاذ الإيطالى جريبالدى ، ويؤيده السير هاملتون ، إن أرصفة مسينا فى صقيلية قد هبطت بمقدار ١٤ بوصة تحت سطح البحر من تأثير زلازل كلابريا .

وقد كان لزلزال كلابريا المشهور عام سنة ١٧٨٣ أهمية كبرى بين العلماء فى دراسة جيمورفولوجية الجبال وظهور الشقوق الأرضية (Fissures) والكهوف والعيوب (Faults) والبحيرات الصغيرة (Caldcra) وانزلاق الوديان الجبلية وغيرها من مظاهر سطح الأرض .

زلازل القرن التاسع عشر

سوريا سنة ١٨٣٧ :

فى يناير سنة ١٨٣٧ تعرضت سوريا وأكثر بلاد الشام لزلزال عنيف شمل منطقة تبلغ ٥٠٠ ميل طولا ، و ٩٠ ميلاً عرضاً ؛ وقد هلك من جراء ذلك ٦٠٠٠ نسمة ، كما حدثت شقوق كثيرة فى الجبال ، وظهرت نافورات ساخنة فى بحيرة طبرية.

شيلى سنة ١٨٣٧ :

تعرضت مدينة فالديفيا (Valdivia) فى ٧ نوفمبر سنة ١٨٣٧ إلى زلزال عنيف ؛ وكانت إحدى السفن قد خرجت فى عرض البحر بقيادة الكابتن (Coste) ، فشعر البحارة أن المحيط قد انقلب من شدة الهزات ، وتهشم جزء كبير من السفينة ؛ ولما عاد هذا الربان إلى المنطقة نفسها مرة ثانية بعد سنتين عند جزيرة (Lemus) من أرخبيل كونس (Chonos) وجد أن قاع المحيط قد ارتفع أكثر من ٨ أقدام ، ووجد محارات فوق الصخور التى

برزت ولم تكن موجودة . وقد جاء أنه فى سنة ١٨٣٥ حدثت زلازل عنيفة أيضاً فى شيلى ، لا سيما عند ميناء (Conception) حيث لاحظ الكابتن (Fitz Roy) الذى كان مكلفاً برسم الساحل رسماً طبوغرافيا وقتئذ ، أن أمواج البحر قد انحسرت عن الساحل تاركة أرضاً جافة ، وقد أيد ذلك تقرير كتبه الأستاذ الكبير داروين . والأستاذ (Caldcleugh) جاء فيه أن سلسلة الجبال فى شيلى من الشمال إلى الجنوب فى مساحة ١٥٠ ميلاً قد تأثرت بالهزات الأرضية ، وأن بركان أوسورنو قد ثار . وأن الجزيرة المعروفة باسم (Juan Fernandez) التى تبعد ٣٦٥ ميلا عن ساحل شيلى ، أصيبت بزلزال عنيف أصابها بخسائر فادحة كما ثار بركان من البراكين الغارقة تحت الماء فى منطقة (Bacaloo head) ، وهى منطقة عمقها لا يزيد على ٦٩ فاطوماً ، واستمر البحر يشع أنواراً فى الجزيرة طوال الليل . ويقدر عدد الهزات من ٢٠ فبراير إلى ٤ مارس بـ ٣٠٠ هزة أرضية .

أما جزيرة سانتا ماريا (Santa Maria) الصغيرة فيقول (Fitz Roy) إنها قد ارتفعت من جنوبيها ٩ أقدام . ولوحظ أنه فى يوم ثوران بركان أوسورنو كانت الهزات على أشدها مما يبين العلاقة بين الظواهر الزلزالية والبركانية .

جزيرة إسكيا (Ischia) سنة ١٨٢٨ :

تعرضت جزيرة إسكيا الصغيرة فى خليج تايلى لزلزال عنيف دمرها تدميراً . وقد لاحظ الأستاذ (Covelli) أن الينبوع الساخن المسمى ريتا ازدادت درجة حرارته وأخذ يثور قبل حدوث الزلزال .

بوجوتا سنة ١٨٢٧ :

أصيب سهل بوجوتا فى نوفمبر سنة ١٨٢٧ بأضرار جسيمة من جراء الزلازل ، كما أصيب نهر مجدلينا بطوفان م، وع اكتسح البلاد ، وانبعثت غازات كبريتية (Sulphrous) قتلت برائحتها الأسماك .

وقد قاست مدينة (Popayan) الواقعة على بعد ٢٠٠ ميل فى الجنوب الغربى من بوجوتا — كثيراً من هذه الزلازل ، فظهرت شقوق كبيرة فى حى (Costa) وقد عم الذعر بسبب سقوط أمطار غزيرة شاذة فى هذا الوقت ، فعم الطوفان سهل بوجوتا كما ثار بركانان صغيران فى سلاسل جبال الأنديز .

فلباريزو سنة ١٨٢٢ :

لاحظ الرحالة الألمانى (Dr. Meyen) أن الساحل ارتفع ٤ أقدام ، لا سيما عند (Copiapo) نتيجة لزلزال سنة ١٨٢٢ . ويؤيد ذلك الأستاذ (Freyer) الذى زار معظم أمريكا الجنوبية فهو يقول إن الارتفاع كان أكثر من ذلك ويبلغ ١١ قدماً ، وقد كان هذا الارتفاع فى الداخل أكثر من ذلك ، وتقدر المنطقة التى ارتفعت بـ ١٠٠,٠٠٠ ميل مربع ، وهذه تبلغ ٥/٦ مساحة بريطانيا وأيرلندة .

ويقدر الأستاذ (Lyell) حجم المرتفعات الجبلية التى ارتفعت فى شيلى منذ بدأ النشاط الزلزالى بما يعادل ١٠٠,٠٠٠ هرم من أهرام مصر ، على فرض أن كلا منها يوازى ٦ ملايين من الأطنان .

حلب سنة ١٨٢٢ : تعرضت مدينة حلب فى شمالى سوريا لزلزال مخرب ظهرت بعده جزيرتان صغيرتان : إحداهما قرب جزيرة قبرص ، والأخرى قرب ساحل (Santa Maura) بجزر أيونيان ، وقد ذكر ذلك الأستاذ الألمانى (VonHoff) .

كتشي (Cutch) « الهند » سنة ١٨١٩ : اهتزت شبه جزيرة كيشتي ودلتا نهر السند فى ١٦ يونيو سنة ١٨١٩ ، وقد تخربت مدينة بوهوش (Bhooj) الواقعة فى وسطها ، ثم انتقل الزلزال إلى مدينة أحمد آباد (Ahmed abad)، ثم إلى بونا التى تبعد ٤٠٠ ميل عن المدينة السابقة . فى مدينة أحمد آباد سقط جامع أثرى بنى أيام السلطان أحمد وسقطت قلعة أنشار (Anjar) إلى الشمال من بوهوش ، كما ثار بركان صغير يسمى دندور (Dendour) .

وكان من تأثير الزلزال أن هبطت دلتا نهر السند ، والدليل على ذلك هبوط الأرض فى منطقة (Luckput) حوالى ١٨ قدماً كما هبطت قرية سندرى (Sindree) على ضفة السند الشرقية وفى الوقت نفسه ارتفعت الأرض فى منطقة (Ullah Bund) حيث ظهرت ربوة مرتفعة طولها ٥٠ ميلا وعرضها ١٦ ميلا ..

وقد عثر فون هوف (Von Hoff) على بقايا آثار لمدينة تسمى (Periplus Maris) انهارت أيام حكم الراجا (Vicramadity) بتأثير زلزال عنيف .

جزيرة سومباوا سنة ١٨١٥ :

فى أبريل سنة ١٨١٥ ثار بركان (Tomboro) فى جزيرة سومباوا التى تبعد ٢٠٠ ميل عن جزيرة جاوة ، وقد بدأ هذا الثوران البركانى فى ٥ أبريل واستمر حتى يوليو ،وكان صوت الانفجار يسمع فى يومى ٧ ، ١٢ لمسافة ٩٧٠ ميلا ، ومات كثير من جراء هذا الانفجار ، فمن ١٢٠٠ لم ينج إلا ٢٦ نفساً.

ويقول الأستاذ رافل (Raffle) والأستاذ (Crawford) إن الأتربة التى صعدت من هذا الثوران البركانى وصلت إلى ساحل جاوة وجزر (Banda) وجزر (Amboyna) .. فنشرت الظلام الرهيب فى منتصف النهار هناك ، وقد طغى البحر على الجزء الغربى من جزيرة سومباوا ، وشعر الأهالى بهزات أرضية عنيفة أجبرت أمواج البحر على التوغل فى منطقة (Tombor) ويقدر العلماء المنطقة التى أصابتها الهزات والاضطرابات بأكثر من ١٠٠٠ ميل ، وتشمل الملايو وجاوة وسومطرا وسليبس ، وقد سجل هذه المعلومات السير رافل ؛ وحدث أيضاً أن انفجر بركان كارانج آسام (Carang Assam) فى جزيرة بالى منذ سبع سنين ولكن لم يسجل ذلك إلا أخيراً .

كراكاس (Cracas) سنة ١٨١٢ :

فى مارس سنة ١٨١٢ اهتزت كاركاس على أثر زلزال عنيف ، وسمعت أصوات مخيفة ، وتحولت المدينة إلى خرائب هلك فيها ١٠,٠٠٠ نسمة . وفى شهر أبريل انهار جبل (Silla) وفى ٢٧ أبريل ثار بركان سان فنسنت (St. Vincent) ولفظ حمماً كثيرة ، وسمعت أصوات من مسافة كبيرة تبلغ المسافة بين سويسرا وفيزوف ، وظهرت شقوق كثيرة خرجت منها المياه الساخنة ، وانخفضت المياه فى بحيرة مراكيبو . وقد لاحظ العلامة فون همبلت (Von Humboldt) أن الأرض اهتزت اهتزازاً قويًّا عند سفوح جبال الأنديز المكونة من صخور الجنبس والميكا الاردوازية أكثر من اهتزازها فى السهول .

جنوب كارولينا سنة ١٨١١ :

فى مدينة نيو مدريد بالولايات المتحدة الأمريكية ، حدث زلزال عنيف كان له تأثير فى تكوين بعض البحيرات الصغيرة ، كما يذكر ذلك همبلت فى كتابه العظيم « الكون » (Cosmos) ، فيقول إن زلزال مدينة نيومدريد خاصة جغرافية



تشقق الأرض بسبب الزلازل

إذ أنه فى منطقة سهلية ليس بها براكين وبعيدة عن البراكين .

ويخبرنا الأستاذ (Flint) الجغرافى الأمريكى الذى زار هذه المنطقة المسماة بمنطقة البرارى أنها غطيت بمياه يبلغ سمكها ٤ أقدام ، وقد تكونت بعض البحيرات التى يبلغ اتساعها ٢٠ ميلا فى فترة وجيزة جداً ، وتكون كثير من الكهوف فى هذه الأراضى المرنة الرخوة ، ويقر ذلك السير (Lyell) فقد لاحظ أن بحيرة (Eulalu) التى يبلغ طولها ٣٠٠ ياردة وعرضها ١٠٠ ياردة جفت فى أثناء الزلازل .

جزر ألوشيان (Aleutians) سنة ١٨٠٦ :

فى سنة ١٨٠٦ لاحظ العالم الألمانى (Langsdorf) أن قمة بركانية ظهرت فى جزر ألوشيان شرقى كمتشكا يبلغ قطرها ٤ أميال جغرافية ، ويؤيد ذلك الجيولوجى الألمانى الكبير (Von Buch) الذى يقول إن هذه القمة التى ظهرت من تأثير بعض العوامل الزلزالية والبركانية اتضح بعد فحصها أنها من صخر (Trachtic) ؛ وفى سنة ١٨١٤ — أى بعد ذلك بثمانية أعوام — حدثت اضطرابات بركانية وزلزالية قرب جزيرة (Unalascht) فى نفس الأرخبيل ، لكن ظهر فى هذه المرة جبل



أثر الزلازل فى إيسلنده

عظيم بلغت قمته ٣٠٠٠ قدم عن سطح البحر . . . أليس عجيباً أن تولد الجبال فى تلك الجهات؟ ! .

إنه لأمر عجيب حقًّا ، ولكن الهزات الزلزالية لا تؤثر فى سطح الأرض فحسب بل فى قاع البحر أيضاً وليس هذا هو السبب الوحيد ، فهناك عدة أسباب مثل تأثير تكوين اللافا بعضها فوق بعض كما حدث فى تكوين بركان جوررولو بالمكسيك .

بعض ملاحظات على زلازل القرن التاسع عشر :

لاحظنا من استعراض الحوادث التاريخية المؤلمة للزلازل فى القرن التاسع عشر أن أكثر جهات العالم إصابة بها كانت شيلى التى ارتفع ساحلها ٣ مرات ، وأن دلتا نهر السند انخفضت وطغى البحر عليها وأن بركان (Tomboro) ثار وهبط فى جزيرة سامباوا ، وغير ذلك من الحوادث الكثيرة فى مدة لا تتجاوز ١٠٠ عام ، فما بالك بالحوادث التى جرت منذ نشأت كرتنا الأرضية ؟ ! وعلى كل حال فإننا نعيش فى عصر هادئ نسبيًّا إذا ما قارناه بالعصور الجيولوجية التى مرت بها الكرة الارضية والتى سيأتى الكلام عليها فيما بعد .

أيسلنده Iceland عام ١٨٩٦ :

حدثت هزات أرضية عنيفة فى الأراضى المنبسطة الجنوبية سببت خسائر فادحة فى الممتلكات والأرواح وأكثرها بيوت المزارعين ، وتحدث هذه الزلازل دائماً فى الجهات الجنوبية الغربية والشمالية الشرقية من الجزيرة ، ويخاف السكان كثيراً من هذه الزلازل هناك، ويطلقون عليها اسم « جاروسلكشالفتاز » (Jarcskjafiar) باللغة السائدة هناك .

زلازل القرن العشرين

سان فرانسيسكو سنة ١٩٠٦ :

أصيبت مدينة سان فرانسيسكو بزلزال عنيف سبب لها الكوارث سنة ١٩٠٦ ، وكانت الخسائر كبيرة فى الأرواح والممتلكات بسبب الحرائق التى نتجت من الأسلاك الكهربية . وقد هلك أكثر من ٢٠,٠٠٠ نسمة بسبب هذا الزلزال المروع الذى يعتبر أكبر كارثة أصابت تلك المدينة العظيمة المطلة على ساحل المحيط الهادى ، أو الحلقة النارية (Ring of Fire) .

طوكيو ويوكوهاما عام ١٩٢٣ :

أصيبت مدينة طوكيو عاصمة اليابان وميناء يوكوهاما بأكبر زلزال عرفته الجزر اليابانية سنة ١٩٢٣ ، إذ طغى البحر عليها بعد حدوث الهزات الأرضية ، فمات كثير من السكان ، وتلفت المحاصيل ، وكثرت الحرائق ، وعم الدمار ، ويقول بعض العلماء إن الساحل الشرقى فى هذه السنة أصيب بانخفاض نتيجة لتلك الهزات الزلزالية .

الجزر اليابانية فى ٢٣ ديسمبر سنة ١٩٤٦ :

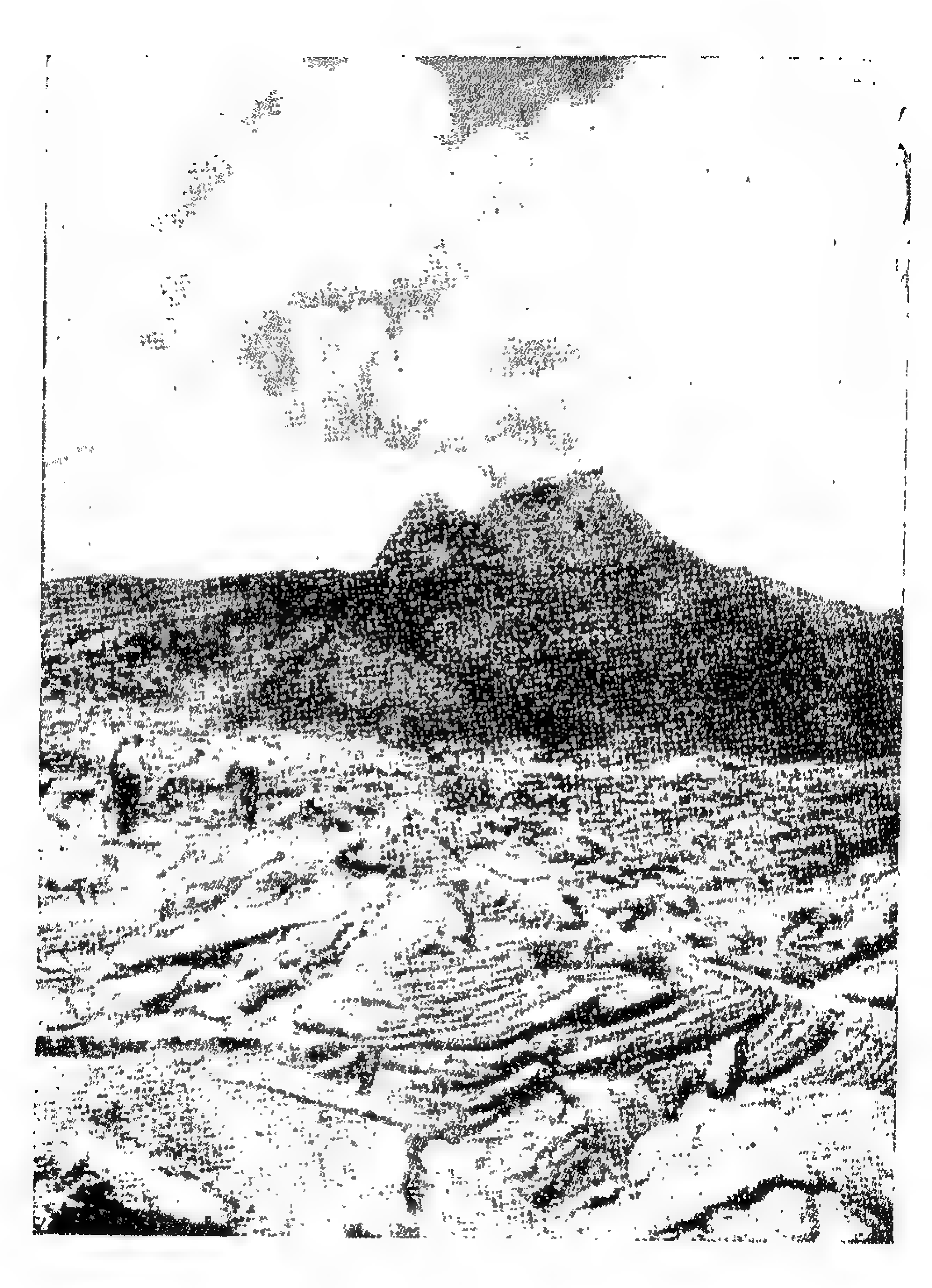
كانت الجزر اليابانية هدفاً لكارثة زلزالية فى ٢٣ ديسمبر سنة ١٩٤٦ قضت على كل شىء فى مقاطعة كاجاو فى جزيرة شيكوكو . وقال بلاغ رسمى يابانى إن هناك أكثر من ٥٤٠,٠٠٠ نسمة صاروا بدون مأوى فى مقاطعة أوكاياما ، وقد دفن أكثر من ١٦٠٠ قتيل تحت الأنقاض .

جزيرة نيوزيلندة الشمالية ، ١٧ يونية سنة ١٩٤٧ :

اهتز الساحل الشمالى اهتزازاً عنيفاً بتأثير هزات أرضية فى مدينة توكوامام ، وقد حدثت خسائر فى الممتلكات .

مدغشقر فى يولية سنة ١٩٤٩ :

شعر أهالى الساحل الشرقى لجزيرة مدغشقر بثوران بركانى شديد ، وخرجت اللافا البركانية بكميات كبيرة ، وكانت الأرض تهتز بين آن وآخر ، وساد الفزع أهالى الجزيرة ولجأ كثير منهم إلى العراء .



ثوران بركان فيزوف بعد حدوث عدة هزات زلزالية

جزيرة كريت ، أغسطس سنة ١٩٤٧ :

شعر أهل جزيرة كريت بهزات أرضية عنيفة ، ولكن لحسن الحظ لم تحدث أضرار كثيرة .

اليونان وجزر بحر إيجه ، يونيو سنة ١٩٤٨ :

جاء من أثينا يوم ٣٠ يونية سنة ١٩٤٨ أنه حدث زلزال عنيف فى جزيرة ليفكاس ، وهى جزيرة من جزر بحر إيجه شمالى سيفالونيا ، وقد أصيبت بأضرار جسيمة من جراء هذه الهزات الأرضية العنيفة .

اليابان فى ٢٨ يونية سنة ١٩٤٨ :

حدث زلزال فى منطقة اليابان الوسطى أعقبته عاصفة رفعت مياه البحر . ودامت الهزات ٣٠ ثانية ، وحدد مركز الزلزال فى منطقة فولدى الواقعة على مساحة ١١٠ كيلو مترات من ناجويا ، وتدل التقارير التى جاءت من طوكيو على أن هناك ١٣٠ ألف نسمة ما بين قتيل وجريح و٤٠٠,٠٠٠ بدون مأوى ، وانقلب قطاران من قطارات الركاب ، وشبت عدة حرائق فى مصانع الحرير .

إيران فى أكتوبر سنة ١٩٤٨ :

جاء من طهران أنه حدثت زلزلة عنيفة فى منطقة مشهد (Meshed) بإقليم خورسان راح ضحيتها ٢٠٠ قتيل ، وأصيب آلاف من الجرحى ، واهتزت التركستان الروسية أيضاً .

الفيلبين فى أبريل سنة ١٩٤٩ :

جاء من مانيلا عاصمة الفيليبين أنه قد حدثت هزات أرضية عنيفة فى ساعة مبكرة من صباح يوم ٢٥ أبريل كان مركزها جزيرة « باناى » حيث أحدثت الزلازل بعض فجوات فى أرضها كما انفصلت قضبان السكك الحديدية بعضها عن بعض ، وانهار عدد كبير من المبانى . وتقول الأنباء الرسمية إن ٢٥ شخصاً قتلوا فى مدينتى « إيلويلو » و « جارو » من مدن جزيرة باناى حيث تحولت المبانى إلى أكوام ، فى حين اندفع الأهالى إلى الشوارع وقد سادهم الفزع .

وأصيبت كنيسة «أرنغالو » الشهيرة بمدينة إيلويلو بتلف كبير عندما انهار برجها ، ويرجع عهدها إلى القرن السادس عشر ، وأصيبت كاتدرائية مولو بتلف كبير إذ تداعى سقفها

وهيكلها وبرج الأجراس ، كما تهدمت كنيسة أوتون أجمل كنائس الفليبين .

وفى مدينة كابيز اهتزت الأرض فى الساعة الخامسة صباحاً ، وتساقطت الأحجار من الكنيسة الكاثوليكية الرومانية فى الشارع الرئيسى عندما كانت تجرى مراسيم القداس ، فاندفع المصلون إلى الشارع ، وبقى القليلون ، ولم يوقف القداس . وفى جزيرة إستورياس الواقعة إلى الجنوب من جزيرة باناى التوت قضبان السكك الحديدية كما تلتوى شُرُط المطاط ، وانشقت الأرض من شدة الهزات ولكن أثرها كان طفيفاً فى مانلا (Manilla) التى تبعد ٢٧٠ كيلو متراً من الشمال فى اتجاه جارو . وقد ساهمت جمعية الإسعاف الفليبينية وغيرها فى مساعدة المنكوبين ، ولا سيما فى مدينة إيلويلو . وتعتبر هذه الزلازل أعنف ما شاهدته الفليبين ، وقد سجلتها المراصد من شنغهاى إلى لندن . . .

الباب الخامس

الزلازل والجزر البحرية

علاقة الهزات الزلزالية بالجزر البحرية :

هناك علاقة بين الهزات الزلزالية وظهور الجزر البركانية البحرية فمنذ ملايين السنين يبنى البركان جبلا فى قاع المحيط ويخرج من جوفه عند كل ثورة من ثوراته أكواماً من الصخور البركانية حتى تتراكم اللافا ويبلغ ارتفاعها سطح المحيط ، ثم فى النهاية تبرز القمة على السطح ، ومثلها جزر برمودا (Bermuda)

ومولد كل جزيرة بركانية يتميز بحوادث طويلة الأمد عنيفة ، لأن قوى الأرض تعمل للإنشاء فى حين تعارضها قوى البحر وقاع البحر حيث تولد جزيرة لا يزيد سمكها فى مكان ما على ٥٠ ميلا فى الغالب ، وهى قشرة تغطى الأرض ، فيها شقوق عميقة وأخاديد أحدثها اختلاف الحرارة والتقلص والتمدد على طول هذه الأماكن الضعيفة التى تندفع فيها الحمم البركانية المنصهرة من باطن الأرض صاعدة نحو السطح ، ثم تتدفق فى البحر متفجرة .

ويختلف البركان الغارق أو البركان البحرى عن أخيه الأرضى فى أن الأخير يرسل حممه وصخوره المنصهرة وغازاته وما إليها من جوفه إلى الجو خلال فوهته الفاغرة ؛ أما ما يقذفه البركان البحرى فيلقى مقاومة بقدر ثقل مياه المحيط التى فوقه ، ولكنه برغم ضغط هذا الماء – الذى يبلغ عمقه ميلين أو ثلاثة أميال – يبنى مخروطه صاعداً نحو سطح الماء بالفيضانات المتتالية والرماد الخشن تحت طائلة الأمواج ، فإن الأمواج تضعفها وتبددها مدة طويلة ، ولكنها بحدوث انفجارات جديدة ترتفع نهائيا بمخروطها فى الهواء منشئة حاجزاً منيعاً من الحمم المتجمدة التى تقاوم فعل الأمواج مقاومة شديدة .

وهناك خرائط خاصة تبين مواقع الجبال البحرية ، وهى الجزر التى تكونت فى أزمنة جيولوجية سابقة . وكثير من هذه الجزر برزت بفعل العوامل الزلزالية الباطنية التى تحدث تحت سطح البحر . وقد يجد ركاب السفن أنفسهم فجأة فى مياه شديدة الاضطراب يخرج منها بخار ماء كثيف ، ويلوح البحر كأنه يفور أو يغلى غلياناً شديداً مرسلا فقاقيع فى الجو ، وتنطلق من سطحه نافورات عظيمة فى بعض الأحيان وتطفو عليه أجسام الأسماك وحيوانات الأعماق ومقادير من الرماد

البركانى وحجر الخفاف آتية كلها من أماكن الانفجار العميقة الخفية .

ومن أحدث الجزر البركانيةالكبيرة فى العالم جزيرة أسنشن (Ascension) فى جنوب الأطلسى ، وهذه الجزيرة هى القطعة الوحيدة من الأرض الجافة الكائنة فى المحيط فى المسافة بين البرازيل وإفريقية ، ولم تكن جزيرة أسنشن قاحلة كما هى الآن ، إذ وجد بين حفرياتها بقايا شجرية ، ولا يعلم أحد ما أصاب غاباتها الزاهرة ، ولم يشاهد فى عصورنا الحديثة مولد جزيرة كبيرة بحجم أسنشن ، ولكننا نسمع من وقت لآخر عن جزيرة صغيرة ظهرت فى مكان لم يسبق وجود شيء فيه ثم تختفى ثانية بعد مضى سنة أو بضع سنوات بفعل الهزات الأرضية . ومثال ذلك ما حدث فى غضون سنة ١٨٣٠ بالبحر الأبيض المتوسط حين ظهرت فجأة جزيرة صغيرة من هذا النوع بين صقلية وساحل إفريقية الشمالية ، وكانت هذه الجزيرة كتلة من الصخر الأسود يبلغ ارتفاعها نحو ٢٠٠ قدم ، فهاجمتها الرياح والأمطار والأمواج ففقدت مادتها الإسفنجية اللينة بسهولة وتآكل جسمها بسرعة فهبطت تحت سطح الماءوأصبحت الآنسداً ضحلاً يعرف بشعاب جراهام (Graham)

وفى المحيط الهادى – فى سنة ١٩١٣ – اختفت فجأة جزيرة « فالكون » التى تبعد ٢٠٠ ميل شرقى أستراليا ، ولكنها ارتفعت على الماء ثانية بعد مرور ١٣ عاماً عقب حدوث انفجارات شديدة وزلزال كبير ، ثم اختفت ثانية فى سنة ١٩٤٩ .

وكل جزيرة بركانية مقدر عليها الفناء من بدء تكوينها لأنها تحمل فى جسمها بذور فنائها ، ولأن حدوث انفجارات جديدة وانزلاق الأرض اللينة التى تتكون منها تعمل على انحلالها . وقد تدمر الجزيرة البركانية بسرعة أو بعد عدة أجيال جيولوجية طويلة بقوى خارجية كالأمطار ومياه البحر .

وهناك جزيرة ترينداد ، وجزؤها الجنوبى مثل من الأمثلة التى تناولتها عوامل التعرية بالنحت والتغيير إلى أشكال غريبة ، وأمارات الفناء فيها واضحة ، فهى مجموعة قمم كافية فى عرض الأطلسى على بعد ١٠٠٠ ميل من الشمال الشرقى لمدينة ريودى جانيرو ؛ وقد كتب عنها الرحالة نايت سنة ١٩٠٧ يقول إن ترينداد نالها عطب شامل ، وانحلت مادتها بالنيران البركانية وفعل الماء ، حتى أخذت تنهار من كل مكان . وبعد مرور تسع سنين من زيارة نايت (Knight) لها انهار منها جانب جبلى بأكمله وكون منحدراً عظيماً من الصخور المنكسرة وبقايا الحمم البركانية (Volcanic Lava).

جزيرة كاراكاتو (Karakatoa) والزلازل :

يعتبر انفجار بركان كاراكاتو فى سنة ١٦٨٠ وفى سنة ١٨٨٣ أعظم الانفجارات البركانية التى حدثت فى التاريخ أو شهدها الناس حديثاً ، وقبل هذه الانفجارات حدثت عدة هزات زلزالية ، ثم فى ربيع سنة ١٨٨٣ تصاعد دخان وبخار من شقوق المخروط البركانى ، ثم سخنت الأرض ودمدم البركان دمدمة منذرة بالخطر ، وتعاقبت الانفجارات ، فطوحت بالنصف الشمالى من المخروط جميعه ، وزاد اندفاع ماء المحيط فجأة إلى داخل الفوهة ، ولما انقشعت سحب الدخان والأبخرة ، وخبت نار السيول والصخور المنصهرة أصبحت هذه الجزيرة التى كانت تعلو بمقدار ١٤٠٠ قدم مجرد فجوة منخفضة عن سطح الماء بمقدار ١٠٠٠ قدم . وقد أدى هذه الانفجار إلى حدوث أمواج بلغ ارتفاعها ١٠٠ قدم فمحت قرى بأكملها وقضت على عشرات الألوف من الناس ، وسمع صوت الانفجارات فى جزر الفيلبيين وأستراليا على بعد ٣٠٠٠ ميل ، وتصاعدت إلى طبقات الجو العليا سحب من الرماد البركانى من الصخور التى تفتتت وتمزقت من قلب كاراكاتو ، وحملتها الرياح حول



مولد جزيرة بوجوسلوف Bogosloff في الألوشيان

الأرض ، فسطع بها مغرب كل بلد من بلدان العالم بلون قرمزى جميل مدة عام .

وإن مأساة كاراكاتو كانت أعنف انفجار طبيعى شهده الإنسان فى العصر الحديث ، ومع ذلك فيلوح أنه كان نتاج

انفجار أعظم عنفاً من قبل فى العصور الغابرة ؛ وعلى أية حال فإن منطقة بوغاز سندا الحالية معرض دائماً للهزات الزلزالية والانفجارات البركانية ؛ وقد نشأت جزيرة بركانية جديدة سنة ١٩٤٩ فسموها (إيالك كاراكاتو) أى ابنة (كاراكاتو) .

جزر ألوشيان (Aleutians) .

توجد نيران جوفية تحت مجموعة جزر ألوشيان التى يبلغ طولها ١٠٠٠ ميل ، وقد نشأت هذه الجزر بتأثيرات تكتونية ونشاط بركانى ، ولا يعرف إلا القليل عن التكوين الجيولوجى لهذه المجموعة ؛ والظاهر أن بروز هذه الجزيرة يدل على حدوث كسر عميق فى قشرة الأرض ، وفى كثير من هذه الجزر براكين ثائرة وأخرى خامدة ، وكثيراً ما تظهر جزيرة هناك ثم تختفى بعد عام أو أكثر . فالجزيرة الصغيرة المسماة « بوجوسلوف » منذ كشفها فى سنة ١٧٩٦ تغير شكلها وموضعها مراراً ، واختفت ثم ظهرت ثانية ؛ وكانت فى أول عهدها كتلة سوداء من الصخر منحوتة ومصورة بأشكال غريبة . ورواد البحار وصائدو العجول حين عثروا عليها فى الضباب تخيلوا وجود قلعة فيها أو حصن ولم يبق منها إلا برجين فى الوقت الحاضر ومجموعة من الصخور العالية تتردد بينها أصوات آلاف الطيور البحرية.

وكلما انفجر بركانها الأصلى — وقد حصل ذلك ٦ مرات على الأقل — خرجت من المياه الساخنة كتل صخرية جديدة تصعد منها أبخرة قد يرتفع بعضها مئات من الأقدام ؛ وكل مخروط بركانى يظهر يكون — كما يقول جاهار الإخصائى فى البراكين — مكافئاً لمخروط كومة عظيمة من الحمم البركانية تحت سطح البحر ارتفاعها ٦ آلاف قدم ، ومتجمعة على قاع بحر بيرنج (Bering) حيث يتمدد من جبال ألوشيان إلى أعماق البحر .

الباب السادس

الأمواج الزلزالية البحرية

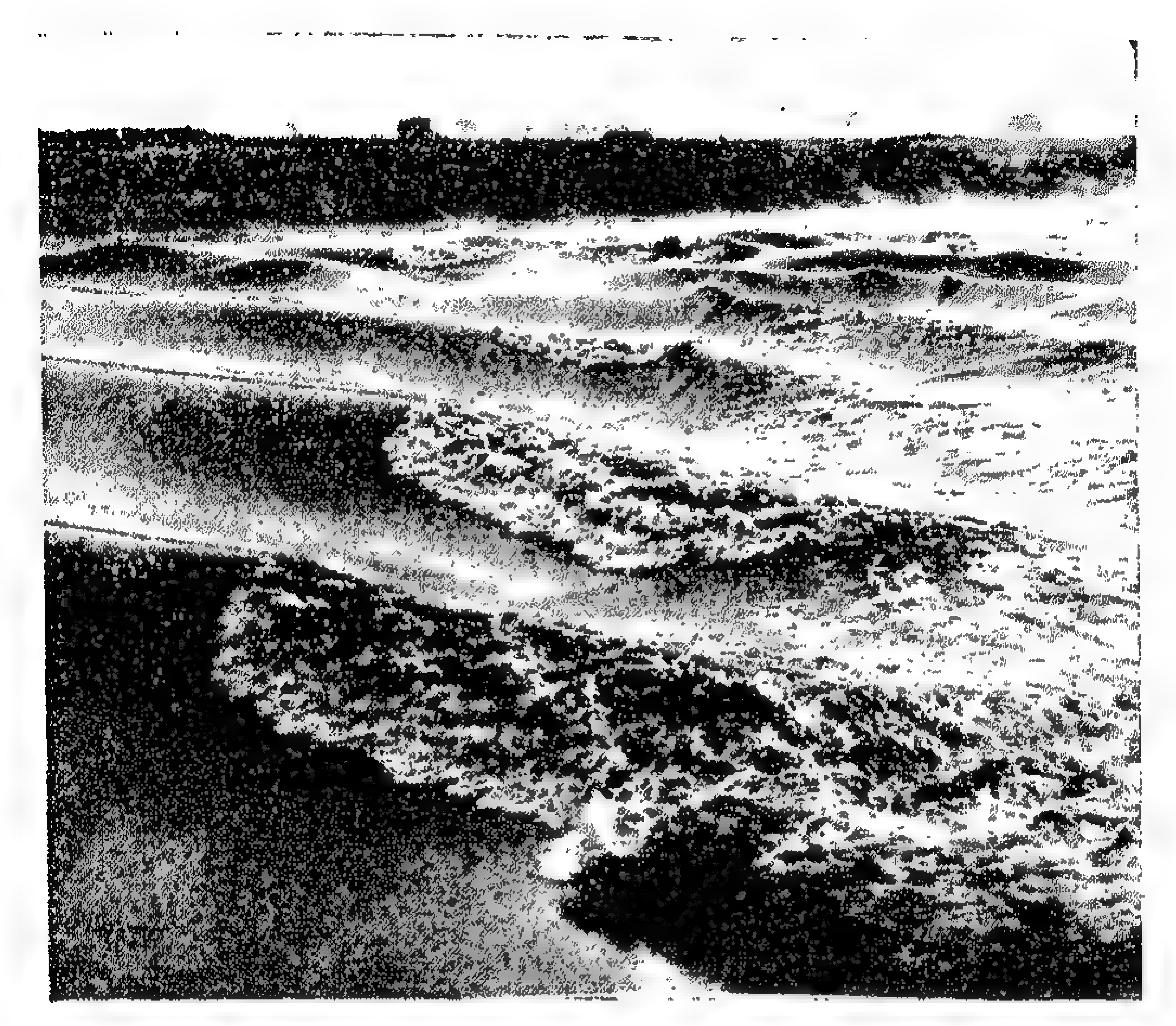
لابد لنا أن نعرف الفرق بين الأمواج البحرية الزلزالية المسماة تستونامس (Tsunams) والأمواج البحرية العادية، وهي التي تنتجها الرياح بفعل العواصف .فالأولى تنتجها الزلازل العنيفة التي تحدث تحت البحر والمحيط ، وهي أشد خطراً من الثانية .

منشأ الأمواج البحرية الزلزالية :

أغلب أمواج « تسي نامس» — وهذا اسمها باليابانية — تتولد في أعماق خنادق أو أخاديد أرضية بالمحيط ، فخنادق ألوشيان وإسكاما البحرية قد أحدثت أمواجاً أودت بحياة كثير من البشر ، فطبيعة هذا الخندق تجعله مركزاً لتوليد الزلزال ، لكونه مكاناً للاختلال صعب الاتزان ، ولانثناء قاع البحر والتوائه إلى أسفل .

الأمواج الزلزالية وتخريب الشواطئ :

ونرى في السجلات التاريخية القديمة والحالية أن الإنسان



أمواج المد من تأثير الزلازل البحرية فى بحار الصين

كثيراً ما يذكر حوادث تخريب المنشآت الساحلية بهذه الأمواج الكبيرة التى ترتفع فجأة فى البحر ، فى إحدى التسجيلات القديمة نقرأ أن الأمواج ارتفعت بطول سواحل البحر الأبيض المتوسط الشرقية فى سنة ٣٥٨ م ، ثم مرت على جزر وشواطىء منخفضة ، وتركت سفناً على أسطح منازل الإسكندرية ،

وسببت غرق آلاف من الناس . وبعد زلزال لشبونة — كما ذكر فى « الزلازل التاريخية» سنة ١٧٥٥ — غشيت شاطئ كادرس (Codiz) موجة يقال إنها كانت أعلى من أكبر مد بنحو ٥٠ قدماً ، وإنها ظهرت بعد حدوث الزلزال بساعة ، ثم انتشرت الأمواج الناتجة عن هذا الاضطراب فى المحيط الأطلسى حتى وصلت إلى جزر الهند الغربية فى ٩,٥ من الساعات .

وفى سنة ١٨٦٨ هزت الزلازل منطقة يبلغ امتدادها ٣٠٠٠ ميل تقريباً على طول شواطئ أمريكا الجنوبية ، وبعد قليل انحسر البحر عن الشاطئ تاركاً السفن التى كانت راسية فى مياه عمقها ٤٠ قدماً جانحة فى الطين ، ثم ارتفع الماء فى صورة موجة زلزالية كبيرة ، وحمل السفن مسافة ¼ ميل إلى الداخل .

انسحاب البحر أول نذير باقتراب الموجات الزلزالية كما حدث على شواطئ هاواى سنة ١٩٤٦ .

ويعدّ انسحاب البحر من موقعه العادي منذراً بوقوع حادث أو اقتراب أمواج البحر الزلزالية ؛ وقد ارتاع المواطنون على شواطئ هاواي فى أول أبريل سنة ١٩٤٦ عندما هدأ فجأة

صوت الأمواج المتكسرة ، وأعقبه سكون غريب ، ولم يدركوا أن انسحاب الأمواج المتكسرة من الشعاب المرجانية والمياه الضحلة الشاطئية كان استجابة من البحر لزلزال حدث على المنحدرات الوعرة لخندق عميق عند جزيرة « يونياك » فى سلسلة ألوشيان التى تبعد أكثر من ٢٠٠٠ ميل ، وأن الماء سيرتفع بعد لحظات ؛ وقد حدث أن ارتفعت مياه المحيط ٢٥ قدماً أو أكثر فوق مستويات المد العادية ، ويقول أحد الذين شاهدوا ذلك : « زحفت الأمواج التسونامية بسرعة شديدة نحو الشاطىء مصحوبة بضوضاء كبيرة ، ثم انسحب الماء من الشاطىء فكشف الشعاب المرجانية والمستويات الطينية الساحلية ، وبلغ انسحابه ٥٠٠ قدم من الخط الساحلى المعتاد ، ثم طفا الماء بعد ذلك سريعاً مضطرباً محدثاً صفيراً عالياً وزمجرة وصليلا ، وفى أماكن متعددة جرفت المنازل إلى البحر ، وفى بعض المناطق جرفت الصخور الكبيرة وكتل المسلح إلى أعلى الشعاب المرجانية ، واكتسح البحر الناس وأمتعتهم ، بيد أن بعضهم أنقذ بعد ذلك بواسطة سفن وعائمات أسقطتها الطائرات .

أما فى عرض المحيط فبلغ ارتفاع الأمواج الناتجة عن زلزال ألوشيان نحو مترين ، ولم يكن من المستطاع مشاهدتها من

السفن ، إلا أن طولها كان هائلا ، فبلغ ٩٠ ميلا بين كل قمتين متتاليتين . وقد وصلت الأمواج إلى سلسلة هاوايِ فى أقل من ٥ ساعات ، وكانت سرعتها ٤٧٠ ميلا فى الساعة .

وقد سجل وصول تلك الأمواج الزلزالية فى طول شواطئ المحيط الهادى الشرقية وفى النصف الجنوبى من الكرة الأرضية حتى فلباريزو وشيلى على مسافة تبعد ٨٠٦٦ ميلا من مركز الزلزال ، وقد قطعتها الأمواج فى ١٨ ساعة » . . .

وكان لهذا الحادث الخاص بفعل الأمواج البحرية الزلزالية نتيجة واحدة ميزته عن الحوادث السابقة له ، إذ جعل الناس يظنون أننا الآن قد نستطيع أن نعرف ما فيه الكفاية عن مثل هذه الأمواج وعن مسلكها ، فنستطيع تصميم جهاز تحذير يذهب بالرعب الناشيء عن الشيء غير المتوقع . وقد تعاون المختصون بالزلازل مع إخصائيي المد والجزر ، فأمكن وضع نظام عملى لحماية جزر هاواى ، وذلك بإنشاء شبكة من محطات مزودة بآلات خاصة مودعة فى المحيط الهادى من « كودياك » إلى « باجو باجو » ومن « بالبوا » إلى « بالو » .

وهناك طريقة — للتحذير مبنية على إصدار تحذير صوتى جديد فى المحيطات الخاصة برصد الزلازل التابعة لمصلحة

الشواطيء والأرصاد بالولايات المتحدة ، يلفت النظر إلى أن هناك زلزالا حدث ، فإذا وجد أن مركز الزلزال فى المحيط ، وأن حدوث مثل تلك الأمواج البحرية متوقع أرسل تحذيراً إلى مراقبة قياس المد ليراقب المختصون مقاييسهم الآلية للاستدلال على مرور الأمواج . فإذا أعلن المختصون بالزلازل فى هنولولو أن زلزالا حدث تحت سطح البحر ، وأن أمواجه قد سجلتها فعلا محطات معينة ، فإنهم يستطيعون تقدير الوقت الذى ستصل فيه الأمواج إلى أى منطقة من مركز الزلزال ، وعندئذ يمكنهم إصدار تحذيرات لاسلكية إلى الشواطيء التى ستتعرض لتالك الأمواج المشئومة المتسابقة على الشر والدمار . وهكذا لأول مرة فى التاريخ تنظم الجهود لمنع هذه الأمواج من الانقضاض المفاجيء على الشواطيء المسكونة . وإن كان هذا لا يمنع تلك الموجات الزلزالية من حدوث تخريب فى بعض الشواطيء ، لأنها تحدث مفاجأة كما تحدث بسرعة كبيرة ، وعلى هذا فمن الصعب معرفة خط سير تلك الموجات . . . نسأل الله عز وجل أن يقى عالمنا شر تلك الزلازل والهزات الأرضية العنيفة .

الباب السابع

الزلازل خلال العصور الجيولوجية

يقول الأستاذ النمساوى الكبير (Prof. Dr. Suess) فى كتابه العظيم « وجه الأرض » إن الكرة الأرضية فى تاريخها الجيولوجى الطويل تعرضت حسب نظرية « السيال والسيما » المشهورة إلى دورات (Cycles) أو هزات أو تقلصات أرضية عنيفة كانت تمكث فى بعض العصور مدة كبيرة ، وفى بعضها مدة قصيرة ؛ ويقول إن هذا جاء نتيجة تمدد السيما (Sima) أو الماجما الأرضية نتيجة للمواد الإشعاعية (Radioactive الموجودة فى باطنها . وقال إن هذه الدورات أو الهزات العنيفة التى شكلت معظم الجبال التى تكون وجه الأرض الحالى كانت على أشدها منذ عصر ما قبل الكمبرى (Pre Cambrian) حتى عصر البليوسين الجيولوجى ، وإن هذه الحركات الزلزالية كانت على أشدها فى الفترة التالية لمولد الكرة الأرضية عندما كانت قشرة الأرض لم تكتمل بعد من حيث التطور الجيولوجى. ويوافقه على ذلك الأستاذ الكبير (Dr. Von Stübbel) الألمانى ،

والأستاذ هوج (Haug) الفرنسي . وفى الحقيقة أن كلام الأستاذ سويس (Suess) على جانب عظيم من الأهمية ، إذ أننا نستدل من دراسة الصخور والمعادن والحفريات الطبقية على أن هناك عصوراً من الهدوء وعصوراً من الثوران الزلزالى والبركانى (Revolutions) فى سجل التاريخ الجيولوجى لأرضنا العجوز على حد تعبيره . والدليل على ذلك أننا نعثر فى كل عصر من العصور على أنواع من الصخور البركانية والطفوح يدل وجودها على حدوث نشاط تكتونى تابع لهذا العصر الجيولوجى ، كما أن وجود الحفريات يساعد على معرفة تلك العصور المضطربة (الدورات الزلزالية) وذلك بمقارنة الطبقات الصخرية بعضها ببعض . أما المعادن فلها قيمة هامة جداً هى الأخرى ، إذ أن بعض المعادن والعروق المعدنية لا يمكن أن توجد عبثاً فى بعض الجهات إلا إذا كانت هناك عوامل تسببت فى حدوثها . فمن المعروف أن لبعض المعادن بلورات خاصة نتيجة للبرودة ، وأنها تصلبت بفعل حركات قشرة الأرض ، وأن بعضها الآخر تعرض لضغط وحرارة شديدة ، وهكذا . . . ويعتقد الأستاذ روزنبوخ (Rosenbuch)أن دراسة المعادن لها أهمية عظيمة فى معرفة طبيعة العروق وقشرة الأرض ؛ ويقول

الأستاذ زيركل (Zirkel) إن الصخور البركانية تدلنا على مدى الثوران الطبيعى الذى حدث خلال العصور القديمة الجيولوجية التى مضت فى مختلف الجهات فى العالم ، وذلك بعد دراسته للبازلت (Basalt) . أما الأستاذ (Vogelsng) الجيولوجى الألمانى ، والأستاذ جوزيف باريل (Barrell) الأمريكى فيعتقدان أن الصخور الرسوبية (Sedimentary rocks) هى أكثر الصخور التى تدلنا على حدوث تلك الثورانات الزلزالية والبركانية ، إذ أن الطبقات الرسوبية (Strata) يظهر فيها بوضوح أثر العوامل التكتونية لانحباس الحفريات ودفنها حية فيها فجأة ، ويظهر أن آراءهما صحيحة إلى حد كبير ، إذ يمكننا بهذه الطريقة ، وبالمقارنة ، معرفة عصور الهدوء النسبي وعصور الاضطراب وعدم استقرار قشرة الأرض . ويقول الأستاذ باريل (Barrell) إن « الركامات الرسوبية سجل عظيم من الحجر مكتوب عليه موجات التغيرات العظيمة التى حدثت خلال تلك العصور الجيولوجية السحيقة » ؛ وبالإضافة إلى معرفة عصور الاضطراب والهدوء نعرف أيضاً توزيع اليابس والماء فى تلك العصور ، لأن الرواسب بعضها بحري وبعضها قاري ، وبعضها الآخر نهري وهكذا . . . فيمكننا

معرفة البيئة الطبيعية أو الجغرافية القديمة التى تكونت فيها تلك الرواسب منذ العصر الكمبرى وما قبله (Pre Cambrian) حتى العصر التاريخى .

هل للزلازل فائدة ؟

لعل هذا السؤال يحير الكثيرين من الناس الذين يعتقدون أن الهزات الزلزالية ما هى إلا أداة للهدم والتخريب والشر ، ولكن الحقيقة غير ذلك ، فإن هذه الهزات الزلزالية ــ كما يعتقد الأستاذ الطبيعى الألمانى (Von Beck)ــ لها بعض الفوائد ، إذ أنها هى التى تشكل سطح الأرض وهى التى ترفع الجبال ، وتعمل الالتواءات ، وتقرب العروق المعدنية من سطح الأرض وتحدث الاضطرابات التكتونية والبركانية التى تخرج ما فى باطن الأرض من معادن ثمينة إلى سطحها ، فالزلازل تظهر المعادن وتشكل طبيعة سطح الأرض ، وهذه سنة الطبيعة ، ولابد إذن من حدوثها حفظاً للتوازن الأرضى كما سبق أن ذكرنا فى الباب الثانى .

والدورات الزلزالية ــ كما يسميها السير آرثر هولمز (Holmes)

فى كتابه العظيم « عمر الأرض » — استدل عليها من دراسة الصخور الرسوبية الطبقية ، أى التى تكون طبقات ؛ وكان أول من عرف هذه الدورات الإخوة روجرز (Rogers)، حيث لاحظوا التغيرات الكثيرة التى تعرضت لها جبال الأبلاش خلال العصور الجيولوجية السحيقة ، وهى جبال تنتمى إلى الالتواءات المعروفة باسم الالتواءات الكاليدونية والالتواءات الهرسينية . ويعتقد بعض العلماء أن الطبقات الرسوبية فى هذه الالتواءات بلغت ٨ أميال ، ثم تعرضت لعوامل التعرية التى أضعفتها . أما السير آرثر هولمز فيعتقد أن هذه الدورات الزلزالية التى صحبتها حركات التواء فى قشرة الأرض (Orogenesis) كونت الجبال العظيمة الارتفاع على فترات سحيقة كالهملايا والقوقاز بآسيا ، والبرانس والألب بأوربا ، وجبال روكى والأنديز بأمريكا الشمالية والجنوبية . فقد تبين له من دراسة المواد المشعة (Radioactive matters) والصخور القديمة كالجرانيت والجنيس أن هذه الدورات — أو الثورانات الزلزالية كما يسميها — صحيحة ويؤيده فى ذلك الأساتذة جليديتش (Gleditsch) وهيليبراند (Hillebrand) وهما من كبار علماء الجيولوجيا ؛ وهذه الحركات الالتوائية — كما يلاحظ — كانت على هيئة سلاسل متصلة

بعضها ببعض . ومن الغريب حقاً أن هذة الجبال التى ارتفعت إلى أكثر من ٢٩,٠٠٠ قدم كانت فى العصور الجيولوجية أحواضاً بحرية تتجمع فيها الرواسب البحرية من الكتل القارية المتاخمة لها ، وقد ثبت ذلك علمياً بواسطة الحفريات البحرية الكثيرة التى وجدت داخل هذه الصخور ، ولا سيما فى تلك الصخور الرسوبية التى تتكون من طبقات بعضها فوق بعض وهذه الصخور الرسوبية هى التى يوجد بها البترول الذى تكون نتيجة للضغط والحرارة على الكائنات البحرية الصغيرة التى كانت تعيش فى تلك البحار ، فقد عملت الثورانات الزلزالية على الالتواء فى قشرة الأرض وبدون سابق إنذار ، فانحبست تلك الحيوانات والنباتات ، وتحولت بواسطة العصر (Squeeze) إلى سائل أسود سرعان ما تسرب فى مسام الصخور ، وهذا السائل الأسود هو البترول ، فكأن الحركات الزلزالية لها الفضل أيضاً فى حدوث البترول وفقاً لنظرية فون إنجلر (Dr. Von Engler) عن تكوين البترول ، وهى ما تعرف بالنظرية العضوية (Organic theory) ، أى التى ترجع البترول إلى أصل حيوانى ونباتى ، وهى النظرية المسلم بها فى الوقت الحاضر ، ويجدر بنا أن نعرف المزيد عن هذه البحار أو الأحواض العظيمة التى

كانت موجودة فى العصور الجيولوجية ، وقد أطلق الأستاذ هال (Hall) اسم « جيوسينكلين (Geosyncline) على تلك الأحواض العظيمة ؛ وهذه الأحواض العظيمة تترسب بها الرواسب على مدى ملايين الملايين من السنين ، وتعتبر هذه المناطق ضعيفة بالنسبة لما يجاورها من الكتل الصلبة القديمة ذات الصخور النارية والبلوتونية ، ومن ثم كانت أول حركة زلزالية أو تكتونية تحدث تكون فى هذه المنطقة الضعيفة المعرضة لحركات قشرة الأرض . وعلى هذا الأساس كانت هذه الأحواض نواة السلاسل الالتوائية العظيمة التى حدثت فى العالم ، كما أن العروق والطفوح البركانية (dykes) تكثر بها .

ومن أشهر الأمثلة على هذه الأحواض القديمة فى العصور الجيولوجية بحرتيتس (Tethys) العظيم الذى تحول فى عصر الميوسن (Miocene) الثائر إلى سلاسل من الجبال الالتوائية ارتفعت إلى أعلى ، وهذه السلاسل لم ترتفع مرة واحدة أو على دفعة واحدة ، ولكنها كانت ترتفع ثم تنخفض ، ثم ترتفع فى فترات أخرى من هذا العصر الثائر ، وكانت مصحوبة بسدود (Dykes) وطبقات من اللافا البركانية فى بعض المناطق ، كما هو الحال فى جهات آسيا وحوض البحر الأبيض المتوسط . والبحر الأبيض

المتوسط هو الباقى من بحر تيتس العظيم كما يقول الأستاذ الجغرافى البريطانى الكبير جريجورى (Gregory) .

الدورات الزلزالية :

تمكن الأستاذ سيدر هولم (Sederholm) الفنلندى من معرفة الدورات الزلزالية التى قال بها الأستاذ هولمز بعد دراسته لصخور المنطقة القديمة جداً فى فنلندا ، وهى المعروفة «بفينوسكانديا» (Fennoscandia) أو الدرع البلطى (Baltic shield) ؛ وقد خرج من دراسته للصخور النارية المتبلورة التابعة لعصر ما قبل الكمبرى إلى أن هناك حركات زلزالية (Orogenic cycles) قد أثرت فى طبيعة الصخور لا سيما فى الجرانيت (Granit) ، والميجماتيت (Migmatite) ، والبيجماتيت (Pegmatite) .

وهذه الدورات حدثت على الوجه الآتى :

١ — نورفيجوساميان (Norwegosamian)

٢ — سفيكوفينيان (Svecofenian)

٣ — جوثوكاريليان (Gothkarelian)

وهذه هى أقدم الدورات الزلزالية التى عرفها العالم ، فهى تابعة لعصر ما قبل الكمبرى والكمبرى الجيولوجى ، وتقدر

مدتها بما يقرب من ١٠١٥ مليون سنة إلى ٨٢٥ مليون سنة . ولذلك فهى تسمى بالحركات الأولى «أو الزلازل الأولى» فى تاريخ الكرة الأرضية . وتظهر هذه الدورات فى صخور جنوب إفريقية ومنطقة كاتنجا أيضاً ، وكذلك فى لبرادور والدرع اللورنسى بأمريكا الشمالية (Laurentian shield) ثم تأتى الحركات أو الدورات الزلزالية الأخرى المسماة بالدورات الكاليدونية (Caledonian) وهى ترجع إلى فترة تتراوح ما بين ٥٠٠ مليون سنة و ٣١٠ مليون سنة ، وقد حدثت فى أواخر العصر الكمبرى وأوائل الديفونى (Devonian) ؛ ومن نتائجها جبال كثيرة فى أسكتلندة أو جنوب النرويج وفى الأبلاش فى أمريكا الشمالية . ثم تأتى الدورات الهرسينية (Hercynian) وهى ترجع إلى فترة يقدرها هولمز بفترة تروح بين ٣١٠ مليون سنة و١٩٠ مليون سنة ؛ وإلى هذه الحركات الباطنية ترجع جبال وسط أوربا وألمانيا وتشيكوسلوفاكيا وفرنسا ، وقد حدثت هذه الحركات من العصر الديفونى حتى العصر المسمى البرمى (Permian)

ثم حدثت حركات زلزالية تسمى بالحركات الألبية (Alpine) فى عصر الميوسين ، وتقدر بـ ١٩٠ مليون سنة ، وتنتمى إلى هذه الحركات الجزر اليابانية وجبال أندونيسيا

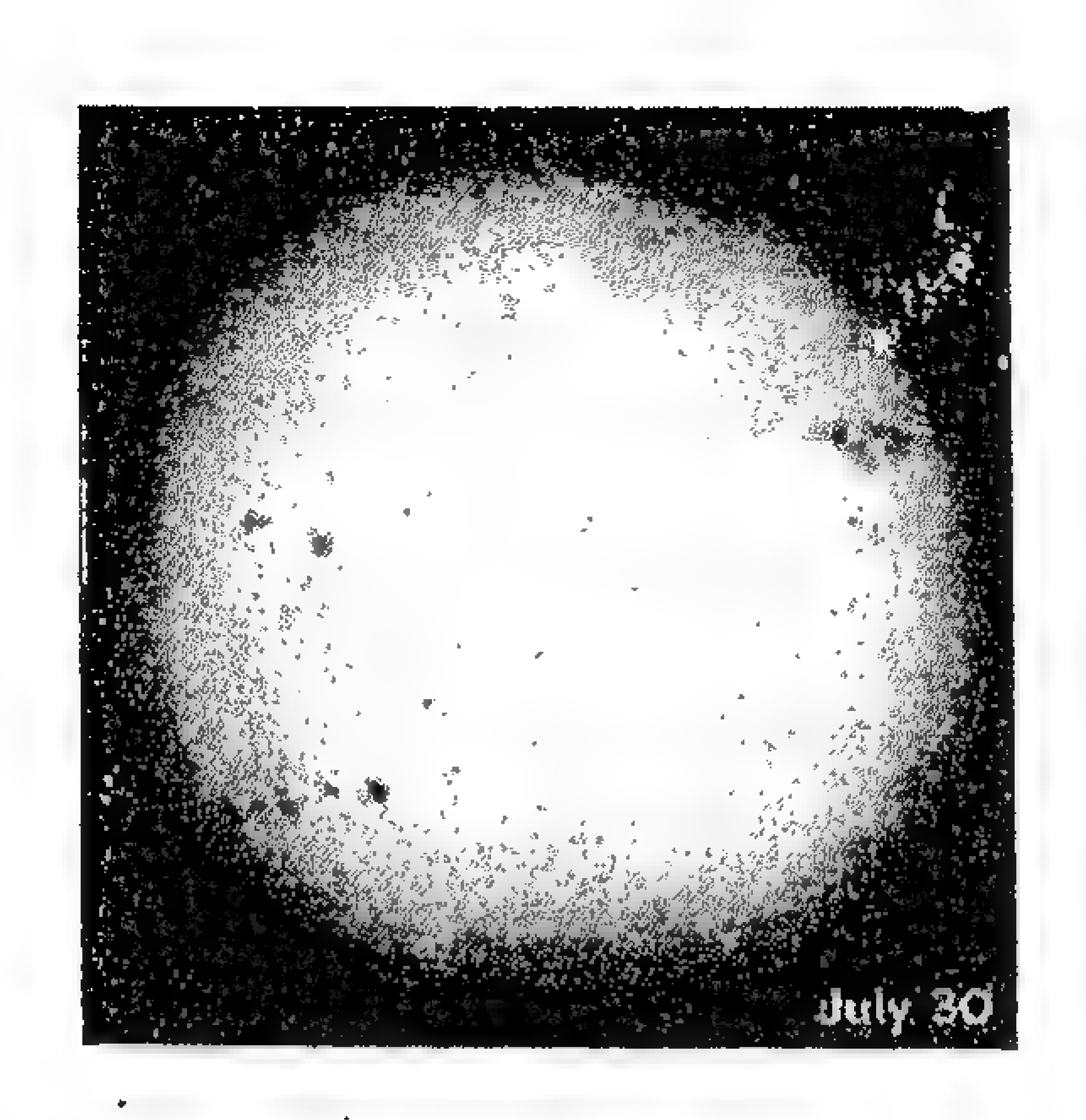
ومرتفعات روكي وألسكا وجزر ألوشيان وجبال الأنديز ، وكذلك مرتفعات الهملايا فى وسط آسيا وجبال إيران وأفغانستان وكردستان وتركيا والجبال المحيطة بحوض البحر المتوسط فى اليونان وإيطاليا ويوجوسلافيا وإسبانيا والمغرب والجزائر وتونس ولبنان وجزر الهند الغربية وجبال الألب والبرانس ومرتفعات التاى ويابلونوى وستانوفوى بالاتحاد السوفييتى ، وجبال كاسكيد بكندا ، ومرتفعات نيوزيلندة . وتعتبر هذه الحركات أحدث الحركات فى قشرة الأرض ولذلك تعتبر هذه الجهات من الحلقات النارية الموجودة بقشرة الأرض والمعرضة للهزات الزلزالية من آن لآخر ، والتى تكثر بها أيضاً البراكين والفوالق والانكسارات والشقوق (Fractures) والعيوب الأرضية (Faults) .

ولا بد للقارئ أن يلاحظ أن هذه الجهات بها أعلى جبال العالم ولا بد له أن يتصور أيضاً أن ارتفاعها عند ما ظهرت منذ مليون سنة كان ثلاثة أمثال ارتفاعها الحالى ، ولكن عوامل التعرية عملت على تآكلها ، ولا يزال الجغرافيون يعتبرونها فى دور الشباب بالنسبة لتلك الجبال التابعة للدورات القديمة كالكليدونية والهرسينية وغيرها .

الباب الثامن

البقع الشمسية والهزات الزلزالية

نحن نعرف أن شمسنا العظيمة أكبر من الكرة الأرضية بمليون و ٣٠٠,٠٠٠ مرة ، وهذه الشمس تتكون من غازات أهمها الهيدروجين والهليوم ، وهى مصدر الحياة والحرارة على سطح كرتنا الأرضية ، ومن ثم كان لها شأن عظيم فى الطبيعة الجيوفيزيكية لكوكبنا الأرضى ، وهناك ما يعرف باسم ظاهرة البقع الشمسية وهى عبارة عن بقع صغيرة أو كبيرة قاتمة تظهر على سطح الشمس الغازى اللامع من آن لآخر ، وتكثر أحياناً وتقل أحياناً أخرى ، وقد عكف كثير من علماء الفلك على دراستها لما لها من أهمية وعلاقة بالظواهر الطبيعية على سطح الأرض كأنوار الفجر القطبي « الأورورا » (Aurora) والزلازل والهزات الأرضية وانفجار البراكين والأعاصير المكهربة وغيرها.. ومن هؤلاء العلماء الفلكيين الأساتذة سيكى (Seceki) وزولنر (Zollner) وشواب (Schwab) وهرشل (Herschel) وهيجنز (Higgins) ويونج (Young) وإسكياباريلى (Schiaparrelli) . وقد تبين لهؤلاء



البقع الشمسية عند ما حدثت فى ٣٠ يوليو سنة ١٩٤٦
(حسب المرصد البحرى الأمريكى)

العلماء من دراستهم للبقع الشمسية أنها عبارة عن مناطق من سطح الشمس تكثر بها الأعاصير الاستوائية كما على سطح الكرة الأرضية ، ولكنها تفوقها فى المساحة والقوة بملايين المرات ، وتشع هذه البقع الشمسية كثيراً من الكهارب والإلكترونات . وبعض هذه البقع يستمر أسابيع وبعضها الآخر لا يتعدى يوماً واحداً ، ومنها ما يبلغ قطره ٣٠ ألف ميل ومنها ما يبلغ أكثر من ذلك ، وقد لوحظ عام ١٨٥٨ أن هناك بقعة شمسية يبلغ قطرها ١٤٣ ألف ميل ، أى أنها أكبر من قطر الأرض بـ ١٨٠

مرة . . . .. وبعض العلماء أمثال الأستاذ دى لاريه (De la Rue) يعتقد أن البقع ليست أعاصير شمسية هائلة ولكنها مناطق مجوفة من سطح الشمس ، ولكن هذا الرأى غير مقبول من العلماء حتى الوقت الحالى .

أما الأستاذ الألمانى فوجل (Dr. Vogel) فيقول إن الإشعاعات الناتجة من هذه البقع سببها تحطم ذرات الهيدروجين وتحوله إلى هليوم ؛ وقد أثبت ذلك بدراسته للطيف الشمسى . وقد اتفق رأى العلماء الفلكيين فى الوقت الحالى على أن درجة حرارة هذه البقع هى ٤٥٠٠°م فقط ، فى حين أن درجة حرارة سطح الشمس هى ٦٠٠٠°م .

نظرية ولف (Wolf) :

وهناك نظرية علمية هامة تقول إن هناك علاقة وثيقة بين الاضطرابات الشمسية والإشعاع الناتج عنها إلى جو كرتنا الأرضية ، وبين الظواهر الزلزالية والبركانية وغيرها من الظواهر الطبيعية العنيفة على الأرض . ويقول الدكتور ولف (Wolf) من برلين إن هذه البقع لها نهاية تقل فيها ثم تكثر من جديد ، وحدد لها مدة ١١ سنة — وفى بعض الأحيان ٩ سنوات . ويعتقد

أنه فى خلال هذه المدة تكون هناك نهاية عظمى للبقع ونهاية صغرى ، وأن لها التأثيرات على المواصلات اللاسلكية والمغناطيسية والكهربية الجوية ، فتكثر مشاهدة الشفق القطبى والأعاصير العنيفة فى سنين الزيادة (Maxima) أو سنين البقع الشمسية ، وكذلك الحركات الزلزالية وتفجر البراكين والظواهر الشاذة .

ويوافق على ذلك الأستاذ الروسى شستينوف (Chestenov) من موسكو ، فيقول إن أسباب الاضطرابات الجيوفيزيكية التى على سطح الأرض تتعلق بوصول موجات الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس ، وخاصة فى سنين البقع الشمسية ، حيث تزيد الحساسية والكهارب ، وهذه الموجات الخفية تسير بسرعة فائقة قدرها ١٨٦,٠٠٠ ميل فى الثانية ، أى تقطع المسافة بين الشمس والأرض فى ٦٠ ساعة ؛ ويقول أيضاً إن الشمس تدور كل ٢٧ يوماً تقريباً ومن ثم تتكرر هذه الاضطرابات الأرضية .

وإنى أؤيد آراء الأساتذة ولف الألمانى وشيستنيوف الروسى فى هذه النظرية الشمسية ، وذلك لأن آراءهما صحيحة إلى حد كبير وتتفق مع ما لاحظته خلال المدة الواقعة بين عامى ١٩٤٦ و ١٩٤٩ ، وهى سنين الزيادة فعلا فى النشاط الإشعاعى

الشمسى والبقع الشمسية ، فلاحظت أن هناك نشاطاً مماثلا فى الظاهرات الطبيعية الأرضية الخاصة مثل حركات زلزالية وهزات أرضية عنيفة وموجات مد فى البحار وانفجار بعض البراكين وكثرة الأعاصير المكهربة وظاهرات طبيعية شاذة وفيضانات فى جهات ، يقابلها جفاف فى جهات ، وكثرة النيازك والشهب ، وشدة البرودة وشدة الحرارة عن معدلاتها المألوفة ووجود الذبذبات المناخية فى الطقس .

وقد لاحظت عدة حوادث ومظاهر حدثت بالفعل بعد رؤيتى للبقع الشمسية بثلاثة أيام أو أكثر ، وهنا يصح أن أذكر بعض مالاحظته فى خلال المدة بين أعوام ١٩٤٦ و ١٩٤٧ ، ١٩٤٨ ، ١٩٤٩ ، حتى عام ١٩٥٠ .

فعندما ما حدثت بقع شمسية يوم ٢٥ سبتمبر سنة ١٩٤٦ — حسب ما جاء فى بيان إذاعة مرصد جبل ولسون المشهور بأمريكا — انقطعت المواصلات اللاسلكية والتلغرافية فى الولايات المتحدة ، وثار يوم ١ أكتوبر سنة ١٩٤٦ بركان سترمبولى ((Stromboli)) الموجود فى جزر ليبارى (Lipari) بالبحر الأبيض المتوسط بإيطاليا والمسمى (ببارومتر البحر المتوسط) ، فقد انفجر هذا البركان الذى يبلغ ارتفاعه ٢٥٠٠ قدم

عن سطح البحر ، واستمر ثورانه أكثر من ٣٠ ساعة صب فيها طفوحه البازلتية فى البحر ، ثم جاء يوم ٢ أكتوبر فحدث زلزال قرب جزيرة كريت وعلى بعد نحو ٦٤٠ كيلومتراً شمالى غرب مرصد حلوان .

ثم ظهرت البقع الشمسية مرة أخرى فى ٢١ ديسمبر سنة ١٩٤٦ حسب ما أذاع راديو نيويورك ، وفى هذه المرة كانت تأثيراتها عنيفة ، فقد وقعت هزات أرضية عنيفة جداً تحت سطح المحيط الهادى على مسافة ٦٢ ميلا من ساحل اليابان فأثارت ٦ موجات هائلة من المد البحرى (الأمواج الزلزالية) طغت على المناطق الجنوبية والوسطى من الجزر اليابانية ، وقد شعر الأهالى بالهزات الزلزالية تجرى فى الجبال والسهول وفى المدن والقرى الداخلية ، وتوغلت هذه الموجات البحرية الزلزالية مسافة ٥ أميال فى الداخل كما وصلت تأثيراتها إلى البحر الداخلى لليابان ، وكان من نتائج هذا الزلزال المخيف أن دمر ٣٦٨٦ منزلا و ٢١ مصنعاً و ١٤٠٠ قارب صيد ، وبلغ عدد القتلى ١٥٠٠ والمفقودين ٨٨٢٢ ؛ ثم حدثت هزات أرضية أخرى يوم ٢٣ ديسمبر سنة ١٩٤٦ أحدثت أضراراً فى مقاطعة كاجاو ، وأصبح ٥٥٠,٠٠٠ بدون مأوى فى مقاطعة (أوكاياما)

فى شبه الجزيرة المواجهة لجزيرة شيكوكو اليابانية .

وفى يوم ٢٤ فبراير سنة ١٩٤٧ جاء من معهد الطبيعيات الجغرافية بروما أن بركان إتنا (Etna) المشهور فى جزيرة صقلية والذى يبلغ ارتفاعه ١٠,٩٠٠ قدم ، وهو أكبر مخروط بركانى فى أوربا كلها ثار لأول مرة منذ سنة ١٩٢٩ ، واستمر الدخان يندفع إلى أعلى وظهرت طفوحه البازلتية الحارة وهى تنزلق إلى الأرض المجاورة بسرعة ٢١٠ أقدام فى الساعة ، وعلى جبهة طولها ٤٥٠ قدماً ، وقد نتج من هذا الثوران الجديد فوهة أخرى داخل الفوهة القديمة ؛ وكان أول ما لوحظ سحب الدخان واللهب المتصاعدة من السفح الشمالى للبركان بين منطقتى تيمبوروسا (Timporosso) وكاسياتور(Cacciator)، وقد أخليت قريتى راندازو (Randazo) وبيكيارو من سكانهما بسبب اللافا والحمم المتدفقة .

ثم ظهرت البقع الشمسية مرة أخرى فى ٨ مارس سنة١٩٤٧ حسب بيان الأستاذ مارشال الأمريكى من معهد فيلادلفيا ، وقد جاء فيه أن المواصلات اللاسلكية قد تعذرت فى كثير من جهات الكرة الأرضية نتيجة للاضطرابات المغناطيسية التى تجمعت من حدوث الإشعاع المنبعث منها ، وقد قدر اتساع

إحدى البقع من ٧٥,٠٠٠ ميل إلى ٨٠,٠٠٠ ميل ؛ وقد قيل وقتئذ إن هناك احتمالا لحدوث اضطرابات طبيعية عنيفة على سطح الأرض .

ثم توالت الأعاصير والزوابع العاتية على العالم فى هذا الشهر حتى فوجئ العالم بزلزال آخر فى لوس أنجلوس (Los Angeles) وجنوب كاليفورنيا فى ١٠ أبريل سنة ١٩٤٧ ، وقد تأثرت بهذه الهزات مدينة سان دييجو (San Diego) الساحلية وكذلك مدينة فينكس (Phoenix) بولاية أريزونا (Arizona) التى تبعد ٣٥٠ ميلا عن لوس أنجلوس ؛ ثم جاء من بتافيا بجزيرة جاوة فى نفس اليوم ، وهو ١٠ أبريل سنة ١٩٤٧ ، أن بركان كراكاتوا (Karakatoa) المشهور الواقع بين جزيرتى جاوة وسومطرا من جزر الهند الأندونيسية ، قد بدأ يستأنف نشاطه ، ولكن على نطاق ضيق لحسن الحظ . وكان هذا البركان قد ثار سنة ١٨٨٣ وسبب هلاك ٣٠ ألف شخص ، وأحدث موجة مد هائلة قيل إن قوتها قدرت بما يفوق القنبلة الذرية ١٠٠٠ مرة !...

وفى يوم ١٣ مايو سنة ١٩٤٧ حدث زلزال فى جزر أيونيان ، وبلغ القتلى ٣ والجرحى ٣٠ ، وتهدمت بعض المنازل والكنائس فى تلك الجزر الصغيرة .

وفى ١٣ يونية سنة ١٩٤٧ وقعت هزة أرضية فى منطقة سان فرانسيسكو ، لكنها لم تكن عنيفة .

وفى ١٧ يونية سنة ١٩٤٧ اهتز الساحل الشرقى لجزيرة نيوزيلندة الشمالية اهتزازاً عنيفاً سبب هزات أرضية سقطت بسببها المداخن فى مدينة توكوهام وتكسر زجاج النوافذ ومواسير المياه فى خليج تولاجو .

وفى أواخر أغسطس سنة ١٩٤٧ جلا عن مدينة قسطنطينية بالجزائر أكثر من ٧٠ ألف نسمة ، وذلك على أثر زلزال عنيف جداً استهدفت له المدينة مدة يومين ، وتوفى ٣٠ وأصيب ٤٠٠ بإصابات بايغة ، ووصفته الدوائر العلمية فى باريس بأنه زلزال مروع .

أما فى سنة ١٩٤٩ فقد كانت البقع الشمسية فى دور الزيادة أيضاً ، فقد أذاع مرصد جرينتش أن البقع الشمسية قد ظهرت فى ٢٠ يناير سنة ١٩٤٩ ، وأن هناك بقعتين كبيرتين تؤثران على جو الكرة الأرضية .

ثم حدث زلزال فى تركيا ، وخاصة فى جنوبها ، فقد شعر الأهالى يوم ٦ فبراير سنة ١٩٤٩ باهتزازات زلزالية فى إستانبول فتملكهم الخوف وبدأوا يجلون عن المدينة الكبيرة .

وفى يولية سنة ١٩٤٩ حدثت انفجارات بركانية عنيفة مصحوبة بأصوات كالرعد تحت الأرض فى مدغشقر ، واستمرت اللافا البركانية تهدد القرى حتى اضطر الأهالى إلى النجاة بأنفسهم بالصعود إلى الجهات المرتفعة خوفاً من الطوفان ؛ وكانت أكثر المناطق التى تعرضت لها جزيرة مدغشقر هى المناطق الساحلية حيث كانت الهزات الزلزالية مصحوبة بالثوران البركانى .

وفى ٦ أكتوبر سنة ١٩٤٩ حدثت هزة أرضية عنيفة لها صوت واضح كصوت الرعد فى مدينة (Meshed) « مشهد » الإيرانية بإقليم خوراسان ذهب ضحيتها ٢٠٠ قتيل وآلاف من الجرحى ؛ وكذلك حدثت زلازل فى التركستان الروسية راح ضحيتها آلاف من القتلى والجرحى ؛ وقد سجل سيسموجراف جامعة نوردهام (Nordham) الأمريكية هذا الزلزال المروع فى وسط آسيا .

وقد جاء أيضاً من جزيرة جاوة فى ١٦ أكتوبر سنة ١٩٤٩ أن بركان سلامات (Salamat) الواقع فى جزيرة جاوة الوسطى أخذ يقذف من جوفه الحمم والأبخرة الفوسفورية الكثيفة .

ومما يذكر بهذه المناسبة أن عدد ضحايا الانفجارات

البركانية فى الجزر الأندونيسية منذ عام ١٨٠٠ بلغ ١٣٠ ألف نسمة .

وفى ١٤ مارس سنة ١٩٥٠ جاء من مرصد نوردهام بنيويورك أن آلات السيسموجراف سجلت هزتان أرضيتان عنيفتان إلى الجنوب بالقرب من الحدود المتاخمة لجمهوريتى إكوادور وبيرو ، ثم تتابعت الهزات الزلزالية والثورانات البركانية والظواهر الشاذة الطبيعية خلال عام ١٩٥٠ ، مع أنه كان من المفروض أن تنتهى هذه الظواهر الخارقة للعادة والظواهر العنيفة فى عام ١٩٤٩ .

من كل هذا يتضح مدى علاقة البقع الشمسية بحدوث الهزات الزلزالية على سطح الأرض وارتباط الظاهرتين ؛ وهناك جمهرة من العلماء المعاصرين يؤيدون هذه النظرية ، وعلى رأسهم الأستاذ الأمريكى روبرت ماكموث (R. Macmoth) والسير سمارت (Sir Smart) والدكتور بروكس (Dr. Brooks) والأستاذ طومسون (Tomphson) والأستاذ جولى (Goly) والأستاذ مارشال (Marshall) وهمفرى (Humphrey) .

وإنى أعتقد أن هذه النظرية خرجت من الحيز النظرى وأصبحت حقيقة واقعة واضحة فى الوقت الحالى .

المراجع

1. Hershel's Astronomy
3. Illustrations Dr. Hutton.
4. Principles of Geology Lyell
5. Keith's handbook of Astronomy.
6. The Earth Jeffery's.
7. Youngs lectures on physical science.
8. Danbeny's Volcanoes.
9. Considerations on Volcanoes Scrope.
10. Iceland Sir George Machanzie.
11. The Sun Dr. Young.
12. Spectral Analysis Dr. Lockyer.
13 Physical surface of the Earth Joly
14 Physical Geology Dunbar
15. Igneors rocks and the depth of the earth. Daly.
16. Meyers Xonwertation Lexicon zum (Erdbeben).
17. Geomorphologie Lobak.
18. Das Antlitz der Erde Suess.
19. Traité de Geologie Haug (I) Vol.
20. College Physiography Tarr & Martin.
21. L'Evolution du Monde et de La Humanité.
22. The Age of the Earth.
23. Volcanic studies Anderson.
24. Radioactivity & Geology.

25. The world we livein Barnett (Life.)
26. Sir Davy's consolation in Travel.
27. Earthquakes and mountain building.
28. Alregé de Géologie Lappareat.
29. Humboldt Personal Manatives.
30. Cosmos Vol I von Humboldt.
31. Cause and Phenomena of Earthquakes Michell.
32. Ibid Vol. II.
33. History of Chili Molina.
34. Voyage to South American Vol. II.
35. Earthquakes Dynamics Mallet.
36. Pallas travels in southern Russian.
37. History of Earthquakes.
38. Ibid Dolmieu.
39. Journal of naturalist.
40. Pinkerton's voyages and travels.
41. Istoria de Fenomeni del Tremoto Nell 1783.
42. Neue Allgem. Geogr. Ephemer.
43. Macgregor Travels in America.
44. Long's Exped to the rocky mountain.
45. Raffless Java Vol. I.
46. Reine um di Erde Dr. Meyen.
47. Philosphical Transaction.
48. Der Mensch und die Erde Kraemer.
49. Géographie Seis mologique (Montessus de Ballore)
50. Earthquakes Dutton
51. ,, Hobbs.
52. Characteristics of Volcanoes

53. Volcanoes Judd.
54. Hawaian Volcanoes Dutton.
55. Mont Pelée and the tragedy of the martinique Hulprin.
56. Volcanoes of North America Russell.
57. Mount Shasta Diller.
58. Mountains Geikie.
59. Earth Sculpture.
60. Element of Geology Morton.
61. Aspects of the Earth Shaler.
62. Text book of Geology.
63. Geographical Essays Davis.
64. Japanese Earthquakes Heck.Nastis Manual.
65. The Age of the Earth Holmes.

١٩٩٢/٩٠٣٩		رقم الإيداع
ISBN	977-02-3870-8	الترقيم الدولى

١/٩٢/٢٩٩

طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع.)

هل دخلت مصر منطقة حزام الزلزال ؟ هل هى بداية عصر جديد لم يكن فى الحسبان ؟ هذا هو حديث كل بيت وكل أسرة وكل الناس الآن .

وهذا الكتاب يجيب على كل التساؤلات لأنه يبحث فى ظاهرة الهزات الزلزالية .. والعوامل المؤثرة فيها وأسبابها وأثرها فى قشرة الأرض .



